



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA KELAYAKAN INVESTASI KAPAL LAMBUNG PELAT RATA  
SEBAGAI ARMADA PELAYARAN RAKYAT**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**DWIDJO GUSWONDO**

**0404080145**

**FAKULTAS TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN**

**DEPOK**

**JULI 2009**

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Dwidjo Guswondo**

**NPM : 0404080145**

**Tanda Tangan : *Dwidjo***

**Tanggal : 20 Juli 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Dwidjo Guswondo  
NPM : 0404080145  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Judul Skripsi : Analisa Kelayakan Investasi Kapal Lambung Pelat Rata Sebagai Armada Pelayaran Rakyat

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Hadi Tresno Wibowo (.....)  
Penguji : Dr. Ir. Sunaryo (.....)  
Penguji : Ir. M. A. Talahatu, MT (.....)  
Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng, M.Sc (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 20 Juli 2009

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

- (1) Bapak Ir. Hadi Tresno Wibowo selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam menyusun skripsi ini;
- (2) Bapak Ir. Sunaryo, Ph.D selaku koordinator Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin FTUI;
- (3) Bapak Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng selaku ketua Departemen Teknik Mesin;
- (4) Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng; Bapak Dr. Ing. Budi Ibrahim; Bapak Ir. Engkos Kosasih, MT; Bapak Dr. Ir. M. Idrus Alhamid; Bapak Ir. Nasruddin, M.Eng; Bapak Ir. Rusdi Malin, M.Eng; Bapak Ir. Wahyu Nirbito, MSME; selaku para dosen Mesin yang pernah mengajar saya pada masa perkuliahan;
- (5) Bapak Ir. Markus Albert Talahatu, M.T; Bapak Ir. Tony Wicaksono; Bapak Prof. Nakoela Soenarta ; Bapak Prof. Dr. Yanuar, M.Eng; selaku para dosen pengajar mata kuliah Teknik Perkapalan;
- (6) Rekan saya dalam mengerjakan skripsi ini, Berlianthino. Dan kawan-kawan lain dari Departemen Teknik Mesin angkatan 2004 (Esa, Nidhom, Tuhin, Arief, Koko, Adam, Suhendra, Wahyu Bayu Ajie, Taufik MR, dst);
- (7) Orangtua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (8) Orang yang paling spesial dan saya kasihi, Nungky Koes Dwi Hapsari, terimakasih atas segala dukungan dan kasih sayangnya.

Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 26 Juni 2009

Tim Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwidjo Guswondo

NPM : 0404080145

Program Studi : Teknik Perkapalan

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA KELAYAKAN INVESTASI KAPAL LAMBUNG PELAT RATA SEBAGAI ARMADA PELAYARAN RAKYAT**

beserta perangkat yang ada(jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 26 Juni 2009

Yang menyatakan



(DWIDJO GUSWONDO)

## ABSTRAK

Nama : Dwidjo Guswondo

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul : Analisa Kelayakan Investasi Kapal Lambung Pelat Rata Sebagai Armada Pelayaran Rakyat

Untuk mengembangkan dunia maritim pada umumnya dan Pelayaran Rakyat pada khususnya, maka pengembangan kapal sebagai alat transportasi laut tidak dapat dipungkiri lagi. Pemerintah pun menyadari akan hal ini, dengan dikeluarkannya azas Cabotage melalui Keppres No. 5 Tahun 2005 mengenai alat transportasi laut berbendera Indonesia, diikuti dengan Undang undang Pelayaran No 17 tahun 2008 mengenai pemberdayaan alat transportasi diatas air. Maka pembuatan kapal, khususnya jenis kapal barang yang mengangkut komoditas sehari-hari dan berbagai barang lainnya. Pada penelitian ini, penulis menganalisa kelayakan investasi dari kapal dengan lambung pelat rata yang diproyeksikan untuk klasifikasi usaha Pelayaran Rakyat(kapal barang dengan rute pelayaran dalam negeri). Pada analisa kelayakan investasi, digunakan metode Net Present Value, dan didapatkan hasil bahwa  $NPV > 0$ , yang merupakan suatu indikator bahwa investasi untuk pembangunan kapal dengan tingkat suku bunga peminjaman modal sebesar 15% ini layak.

Kata kunci : Pelayaran Rakyat, Pelat Rata, Investasi.

## ABSTRACT

Name : Dwidjo Guswondo

Study Programme : Naval Engineering

Title : The Investment Feasibility Analysis of Flat Plate Hull Ship for Pelayaran Rakyat Fleet

To develop maritime world in general, and Pelayaran Rakyat in particular, so development of ship as a sea transportation is undeniable. The government also realize about it, by way of implementation of the Cabotage principle with *Keppres No. 5 Tahun 2005* about Indonesian Flagged Sea Transportation Fleet, that follow by *Undang-Undang Pelayaran No 17 tahun 2008* about utilizing of sea transportation fleet on the water. So, the making of ship, especially general cargo ship that carry daily commodity and other variety goods. On this research, we analyze the stability and investment feasibility from the flat hull ship that will gonna be classified as *Pelayaran Rakyat*(general cargo ship with local sea voyage). In this analysis, we can get conclusion that this investment is feasible, because with Net Present Value Method we get the NPV is bigger than 0, so this investment is feasible.

Keywords : *Pelayaran Rakyat*, Flat plate, Investment.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN.....	6
1.3 PEMBATASAN MASALAH.....	6
1.4 METODOLOGI PENULISAN.....	6
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	7
<b>2. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>9</b>
2.1 PERENCANAAN KAPAL.....	9
2.1.1 Pendahuluan.....	9
2.1.2 Industri Pelayaran.....	10
2.2 LINGKUP PERENCANAAN.....	18
2.3 CONCEPTUAL DESIGN.....	20
2.4 TEORI YANG BERKAITAN DENGAN ANALISA INVESTASI.....	21

<b>3. CONCEPTUAL DESIGN DAN PERHITUNGAN DATA.....</b>	<b>24</b>
3.1 CONCEPTUAL DESIGN.....	24
3.1.1 Lines Plan.....	24
3.1.2 Penentuan Kecepatan Dinas (Vs).....	26
3.1.3 Estimasi Sementara Tenaga Penggerak.....	27
3.1.4 Estimasi LWT (Light Weight Tonnage).....	28
3.1.5 Estimasi DWT (Dead Weight Tonnage) dan Payload.....	29
3.2 KONSTRUKSI KAPAL.....	33
3.2.1 Perkiraan Beban.....	33
3.2.2 Pelat Kulit.....	37
3.2.3 Geladak.....	42
3.2.4 Gading.....	44
3.2.5 Konstruksi Geladak.....	46
3.2.6 Sekat Kedap Air.....	49
<b>4. ANALISA KELAYAKAN INVESTASI.....</b>	<b>56</b>
4.1 BIAYA INVESTASI.....	56
4.2 BIAYA OPERASIONAL.....	57
4.3 HASIL OPERASIONAL/SEWA KAPAL.....	58
4.4 ANALISA.....	61
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 KESIMPULAN KELAYAKAN INVESTASI.....	66
5.2 SARAN.....	66
<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gading-Gading Kapal Kayu.....	2
Gambar 1.2 Geladak Haluan Kapal Kayu dan Kapal Besi.....	3
Gambar 1.3 Rancangan badan kapal serta profil buritan dan haluan untuk kapal dengan gading-gading lurus(patah-patah).....	4
Gambar 2.1 Kapal Container.....	11
Gambar 2.2 Kapal Penumpang.....	12
Gambar 2.3 Kapal Tanker Minyak.....	12
Gambar 2.4 Buritan dan Haluan Kapal Phinisi.....	15
Gambar 2.5 Kapal Perang.....	18
Gambar 2.6 Design Spiral.....	20
Gambar 3.1 Lines Plan Kapal Rancangan.....	24
Gambar 3.2 Grafik Ketinggian Gelombang Laut di Indonesia.....	25
Gambar 3.3 Dimensi Generator Set.....	32
Gambar 3.4 Bagian Luar dan Dalam Generator Set.....	33
Gambar 4.1 Biaya dan Keuntungan Kapal.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data hidrostatik dari software MAXSURF Pro pada sarat air maksimal...	26
Tabel 3.2 Spesifikasi Mesin Utama .....	29
Tabel 3.3 Spesifikasi Generator Set.....	33
Tabel 3.4 Tebal Pelat.....	53
Tabel 3.5 Uraian Beban.....	54
Tabel 3.6 Konstruksi Gading.....	54
Tabel 3.7 Konstruksi Geladak.....	55
Tabel 3.8 Konstruksi Kubu.....	55
Tabel 3.9 Konstruksi Sekat Kedap Air.....	55
Tabel 4.1 Biaya investasi.....	56
Tabel 4.2 Biaya Operasional 3 tahun terakhir.....	57
Tabel 4.3 Harga Sewa Kapal Pelayaran Rakyat .....	58
Tabel 4.4 Data Hasil Operasioanl 3 tahun terakhir.....	59
Tabel 4.5 Perhitungan Keuntungan Operasional.....	60

## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
A	Luas Area	[m <sup>2</sup> ]
C <sub>b</sub>	Koefisien Blok	
C <sub>p</sub>	Koefisien Prismatic	
C <sub>m</sub>	Koefisien Midship	
C <sub>w</sub>	Koefisien Luas Garis Air	
T	Sarat air maksimum(draught)	[m]
H	Tinggi Kapal	[m]
L <sub>wl</sub>	Panjang Garis air	[m]
B	Lebar kapal(breadth)	[m]
Δ	Displacement	[ton]
∇	Volume displacement	[m <sup>3</sup> ]
PV	Present Value	
NPV	Net Present Value	
BEP	Break Even Point	

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 LATAR BELAKANG**

Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah Negara kepulauan yang terbesar di dunia, dengan jumlah pulau sebanyak  $\pm 17000$ , dan negara dengan garis pantai terpanjang setelah Canada. Sebagai Negara kepulauan yang terbesar dan memiliki jumlah pulau yang sangat banyak, maka dibutuhkan suatu moda transportasi yang dapat menghubungkan pulau-pulau tersebut sehingga penduduk yang berada di dalam pulau-pulau tersebut dapat saling berhubungan dan saling mencukupi kebutuhan masing-masing dengan jalan perdagangan.

Moda transportasi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat yang hidup di Negara kepulauan seperti Indonesia adalah kapal, mengingat sebagian besar wilayah Republik Indonesia adalah merupakan wilayah perairan (mencapai  $2/3$  dari keseluruhan luas wilayah). Kapal yang dibutuhkan untuk Negara kepulauan seperti Indonesia ini adalah kapal-kapal yang berukuran kecil atau sedang, mengingat banyak juga sungai-sungai yang berada di wilayah kepulauan Republik Indonesia, sehingga diharapkan kapal-kapal kecil ini dapat masuk hingga wilayah pedalaman dengan menyusuri aliran sungainya.

Kapal-kapal berukuran kecil hingga sedang ini dapat menghubungkan pulau-pulau yang berada di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Sesungguhnya sejak zaman nenek moyang kita, kapal-kapal seperti ini sudah banyak dibuat dan berkembang cukup pesat, hal ini dapat dilihat dari adanya orang-orang yang memiliki keterampilan untuk membuat kapal-kapal kayu, terutama di wilayah Sulawesi yang terkenal dengan kapal Phinisi-nya. Kapal-kapal Phinisi ini sempat merajai angkutan antarpulau di Indonesia, tetapi kini keberadaannya semakin berkurang dan hanya digunakan untuk melayani jenis klasifikasi usaha Pelayaran Rakyat atau sering disingkat dengan sebutan Pelra.

Pemerintah juga didorong untuk melestarikan kapal-kapal Pelayaran Rakyat ini, hal ini tertuang dalam Undang-undang Nomor 21 Tahun 1992 tentang Pelayaran. Untuk mengembangkan dunia maritim pada umumnya dan Pelayaran Rakyat pada khususnya, maka pengembangan kapal sebagai alat transportasi laut tidak dapat dipungkiri lagi. Pemerintah pun menyadari akan hal ini, dengan dikeluarkannya azas Cabotage melalui Keppres No. 5 Tahun 2005 mengenai alat transportasi laut berbendera Indonesia, diikuti dengan Undang undang Pelayaran No 17 tahun 2008 mengenai pemberdayaan alat transportasi diatas air. Memproduksi kapal secara masal tidak semudah dan secepat memproduksi mobil, karena pembuatan kapal dengan bentuk lambung yang melengkung dikerjakan sepotong demi sepotong dengan melengkungkan pelat baja atau bilah-bilah kayu, kalau material yang digunakan adalah FRP, maka pengerjaannya dikerjakan selapis demi selapis. Ditambah lagi populasi kapal kayu yang digunakan untuk menangkap ikan maupun untuk pelayaran rakyat semakin berkurang akibat bahan baku kayu untuk membuat kapal makin langka dan mahal.



**Gambar 1.1 Gading-gading kapal kayu ( Sumber : Kompas, 17 Februari 2009)**

Kapal kayu pada gambar di atas berukuran 30 GT dengan harga Rp 250 juta/unit dengan lama pengerjaan 4 bulan. Karena kelangkaan dan mahalnya harga

kayu yang ada saat ini, maka tidak salah kalau material baja menjadi pilihan untuk pembuatan kapal, termasuk kapal kapal kecil berukuran di bawah 200 GT dengan kecepatan tidak lebih dari 12 knots. Selain itu, kapal besi memiliki tingkat higienitas dan kerapihan yang lebih baik dibandingkan kapal kayu(berdasarkan survey awal yang dilakukan penulis, dengan cara memasuki hingga kamar mesin kapal phinisi yang ada di Pelabuhan Sunda Kelapa). Perbandingannya dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1.2 Geladak Haluan Kapal Kayu(atas) dan Kapal Besi(bawah)**

Kapal kapal inilah yang harus diperhatikan perkembangannya karena menyangkut kesejahteraan banyak orang yang tersebar di seluruh pulau-pulau



Nusantara. Kapal baja masih mempunyai nilai jual sebagai besi scrap, pada waktu kapal sudah tidak layak beroperasi.

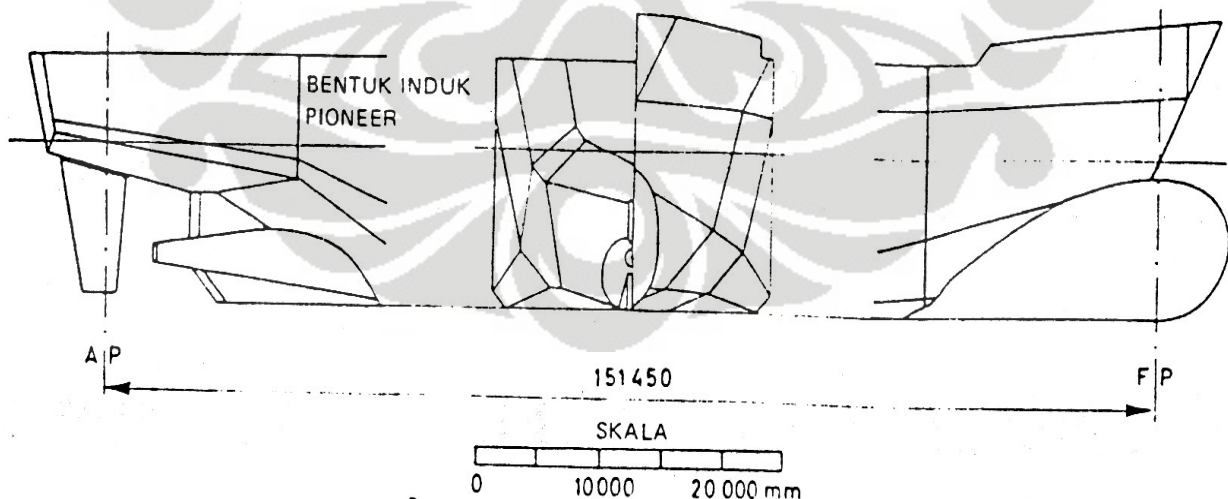
Kendala yang dihadapi untuk membuat kapal baja ukuran kecil ini ialah :

- ✚ Keberpihakan galangan galangan kapal di Indonesia untuk membuat kapal kapal kecil, dari skala investasi dan produksi memang lebih menguntungkan membuat kapal kapal dengan tonnage besar.
- ✚ Industri diluar galangan kapal sulit untuk membuat kapal baja karena selain pengetahuan dan ketrampilan, perlu investasi yang cukup besar untuk pengadaan peralatan, dimana untuk membentuk lambung yang melengkung, proses pembuatannya harus dibending, di roll atau di press dengan mesin mesin khusus yang harganya sangat tinggi.

Dengan latar belakang tersebut, pada dasarnya perlu dibuat pengembangan rancangan lambung kapal yang memenuhi kriteria berikut :

- Sederhana dan mudah dibuat.
- Dapat dikerjakan di industri diluar galangan.

Rancangan kapal seperti ini pernah dibuat oleh Prof. Gallin untuk kapal container bernama “Pioneer”



**Gambar 1.3 Rancangan badan kapal serta profil buritan dan haluan untuk kapal dengan gading-gading lurus(patah-patah)**

Universitas Indonesia

Suatu rancangan lambung kapal yang terdiri dari pelat pelat lurus yang membentuk lambung kapal sedemikian rupa, yang tujuan dasarnya adalah supaya tumpukan kontainer yang diangkut dalam kapal Pioneer, tidak menyisakan ruang karena lambung yang melengkung. Dengan mengatur posisi patahan {sambungan} sedemikian rupa mengikuti garis aliran dan membatasi besarnya sudut antara dua permukaan datar yang saling bertemu, maka dapat diperoleh tahanan kapal yang besarnya mendekati tahanan kapal yang menggunakan lambung lengkung.

Contoh kapal “Pioneer” ini memang nyata ada dan untuk kapal besar, yang dibutuhkan adalah untuk kapal kapal kecil, bagaimana konsep desainnya perlu dicari. Secara teori memang kelihatan mudah untuk mendesign lambung kapal yang patah patah, kenyataannya adalah cukup sulit untuk membuat patahan sedemikian rupa yang saling sambung membentuk sudut yang tidak terlalu tajam mengikuti garis aliran air menuju propeller kapal sehingga diperoleh hambatan kapal sekecil mungkin.

Ketepatan titik titik sambungan sulit didapat dengan cara digambar, secara matematis posisi dari pelat pelat datar tersebut dapat di buat persamaan bidangnya , yaitu menggunakan Aljabar Linier yang pernah didapat dibangku kuliah. Dengan demikian setiap titik potong dari patahan itu dapat ditentukan secara akurat, luas tiap bidang dapat dihitung dan digambar secara presisi, kemudian dirangkai membentuk lambung kapal yang patah patah sesuai dengan desigan kapal yang diinginkan.

Kapal semacam ini dapat dibuat diluar galangan kapal karena hanya memerlukan mesin potong pelat dan mesin las. Harga pelat baja untuk kapal Rp 12.000,-/ kg, galangan kapal menawarkan Rp 40.000,- /kg sudah termasuk ongkos pembuatannya, belum termasuk finishing pengecatan. Dengan lambung pelat datar harga ini dapat ditekan karena pembuatan jauh lebih mudah.

Untuk membuat bentuk lambung kapal yang sederhana dan mudah dibuat, penelitian ini di ilhami oleh bentuk kapal “Pioneer” yang dirancang oleh Prof. Gallin pada tahun 1977 – 1979, kapal untuk mengangkut container dengan panjang kapal 151,450 meter, kecepatan kapal 21 knots, jumlah kapal yang dibuat hanya 5 kapal.

Dengan kecepatan kapal sebesar itu kapal ini mempunyai tambahan hambatan sebesar 6 % dibandingkan kapal sejenis yang mempunyai lambung lengkung.

Kapal ini tidak dibuat lagi karena kalah bersaing, tidak ekonomis dalam pengoperasiannya. Pada waktu pengetesan di towing tank sampai kecepatan 12 knots, besarnya hambatan masih sebanding dengan kapal sejenis dengan lambung lengkung.

## **1.2 TUJUAN PENULISAN**

Tujuan penulisan tugas akhir mengenai kapal lambung pelat rata ini secara khusus adalah untuk mengetahui layak-kah investasi yang dilakukan untuk kapal ini jika berfungsi sebagai armada Pelayaran Rakyat.

Secara umum, tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi syarat kelulusan sebagai Sarjana Teknik Perkapalan Universitas Indonesia.

## **1.3 PEMBATAHAN MASALAH**

Pembatasan masalah pada tugas akhir ini dilakukan agar pembahasan mengenai hal ini dapat berjalan secara terarah dan jelas (tidak menyimpang dari pokok permasalahan).

- Perencanaan/desain kapal, hanya sampai conceptual design saja, tidak mencapai detail design.
- Kapal ini direncanakan hanya akan berlayar di dalam negeri saja (pelayaran lokal).
- Pada tahap analisa, diperhitungkan bahwa kapal hanya akan berlayar dari Sunda Kelapa ke Pontianak, dan sebaliknya.
- Pada tahap analisa, kapal diasumsikan bermuatan maksimum dengan rute pelayaran tetap (*Regular Line Service*).

## **1.4 METODOLOGI PENULISAN**

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa metoda penelitian, yaitu:

✓ **Studi Lapangan**

Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh data primer yang didapat dari wawancara, pengamatan dan data lapangan lainnya.

✓ **Studi Literatur**

Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh data sekunder yang terdiri dari buku, bahan kuliah, internet dan sumber literatur lainnya. Data sekunder ini berfungsi sebagai informasi yang mendukung penelitian yang bersifat teoritis.

✓ **Pengolahan Data dan Analisa Data.**

Kegiatan ini dilakukan untuk mengolah data primer dan data sekunder yang diperoleh, sehingga dapat diambil kesimpulan dari masalah yang ada.

## **I.5 SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan tugas akhir ini disusun secara berkelanjutan, agar antara bab yang satu dengan yang lainnya saling mendukung. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi pengantar umum mengenai penelitian secara keseluruhan yang meliputi latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan perencanaan kapal, terutama yang berkaitan dengan analisa investasi suatu kapal. Khususnya yang berkaitan dengan operasional suatu kapal untuk jenis usaha Pelayaran Rakyat.

### **BAB III CONCEPTUAL DESIGN**

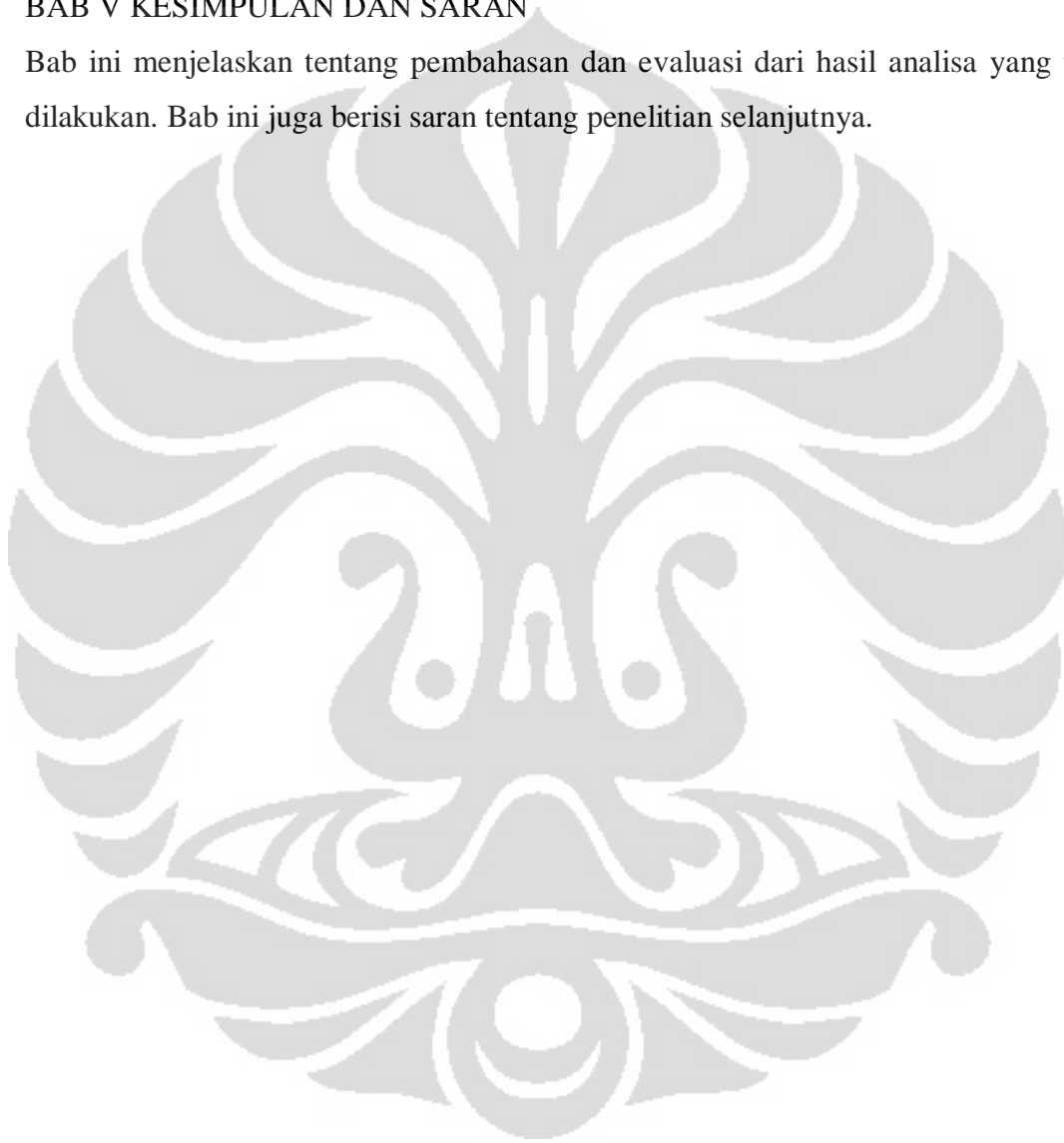
Bab ini berisi data pokok untuk membuat rancang bangun kapal yang baru merupakan prakiraan atau estimasi dari parameter desain yang direncanakan memenuhi ketentuan desain.

#### BAB IV ANALISA KELAYAKAN INVESTASI

Bab ini berisi perhitungan-perhitungan analisa investasi kapal lambung pelat rata yang diproyeksikan untuk armada pelayaran rakyat(pelayaran lokal, dalam negeri).

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan dan evaluasi dari hasil analisa yang telah dilakukan. Bab ini juga berisi saran tentang penelitian selanjutnya.



## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 PERENCANAAN KAPAL**

##### **2.1.1 Pendahuluan**

Kapal adalah suatu bangunan terapung yang dibangun sebagai sarana atau alat untuk melakukan kegiatan/pekerjaan di laut sesuai dengan maksud dan tujuan kapal tersebut dirancang/dibangun. Sebagai sarana untuk mendukung kegiatan yang dilakukan di laut maka diperlukan rancang bangun yang sesuai dengan tujuan kapal tersebut dioperasikan. Yang dimaksud dengan rancang bangun kapal atau perencanaan kapal adalah suatu proses perencanaan untuk menghasilkan desain bangunan terapung yang bergerak/berpindah atau terpasang di laut secara menetap/permanen. Rancang bangun kapal adalah hasil perhitungan desain bangunan kapal berdasarkan teori bangunan kapal (naval architect), yaitu menentukan ukuran utama kapal yang memenuhi ketentuan desain, antara lain kemampuan daya muat/kapasitas, kecepatan, stabilitas kapal, daya jelajah dan olah gerak kapal. Perhitungan rancang bangun kapal juga meliputi perhitungan konstruksi bangunan kapal, perlengkapan, instalasi permesinan dan perlistrikan.

Dalam menyiapkan rancang bangun kapal, terlebih dahulu perlu diketahui tujuan utama kapal dioperasikan atau misi operasi kapal sebagai pertimbangan dalam perencanaan kapal yang dimulai dari merumuskan keinginan pemesan (owner requirements) menjadi ketentuan desain (design conditions) yang selanjutnya dilanjutkan dengan perhitungan desain. Pertimbangan teknis, operasional, dan ekonomis merupakan pertimbangan dalam menyiapkan perencanaan kapal untuk menghasilkan desain yang optimum yang berarti bahwa desain kapal tersebut masih layak secara teknis dan mampu memberikan keuntungan selama usia akhir kapal. Proses perencanaan kapal dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, misalnya metode pembandingan, statistik, trial & error dan solusi kompleks, dipilih

sesuai dengan efisiensi waktu dan biaya untuk menghasilkan konsep desain (conceptual design) dan desain awal (preliminary design) kapal yang merupakan “basic design” suatu kapal.

Perhitungan desain dalam perencanaan kapal untuk menghasilkan “basic design” antara lain perhitungan displacement, kapasitas, kecepatan, tenaga mesin, propeller, stabilitas, konstruksi kapal, kekuatan kapal dan perhitungan lainnya.

### **2.1.2 Industri Pelayaran**

Pertimbangan dalam perencanaan kapal akan selalu terkait dengan perkembangan di dalam industri pelayaran yang menggunakan kapal sebagai sarana utama. Industri pelayaran saat ini sudah semakin berkembang seiring dengan kebutuhan tipe kapal yang semakin beragam dan perkembangan teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengoperasian kapal. Dampak dari perkembangan tersebut dalam perencanaan kapal adalah semakin kompleksnya pertimbangan dalam proses perencanaan kapal. Kegiatan dalam industri pelayaran meliputi sector transportasi/angkutan laut, perikanan, pertambangan, pariwisata dan pertahanan masing-masing mempunyai karakteristik tertentu ditinjau dari jenis layanan jasa maupun pola operasinya. Sektor-sektor industry pelayaran tersebut terdiri dari :

- **Sektor Angkutan/Transportasi Laut.**

Dalam sektor angkutan laut, kapal niaga yang meliputi angkutan barang maupun penumpang dan layanan jasa lainnya dapat dibedakan berdasarkan jenis layanan, pola operasi dan klasifikasi usaha.

- **Jenis layanan**

Untuk sektor angkutan/transportasi pada kapal niaga terdapat jenis jasa pelayaran yang secara umum dikenal dengan pelayaran kontainer, barang umum (general cargo), pelayaran penumpang, pelayaran khusus dan pelayaran penyeberangan. Karakteristik pelayaran tersebut secara umum adalah sebagai berikut:

### a. Pelayaran Kontainer

Pelayaran kontainer adalah jenis pelayaran untuk angkutan muatan barang yang diangkut dalam kontainer. Tipe kapal kontainer berdasarkan kapasitas kontainer yang dapat dimuat di kapal dapat dibedakan menjadi tipe feeder, sub panama, panama, post panama dan superpost panamax. Tipe panama umumnya dioperasikan dalam pelayaran Internasional karena pertimbangan ekonomis, sedangkan tipe feeder vessel adalah sebagai pengumpan kepada mother vessel umumnya dengan rute regional.

Pelayaran kontainer internasional saat ini dilayani kapal kontainer tipe mother vessel dengan kapasitas diatas 2000 TEU. Rute pelayaran berlangsung pada tiga rute utama yaitu Trans Pasific (Asia – Amerika Utara), Trans Atlantik (Eropa – Amerika Utara), dan Eropa – Asia secara timbale balik. Tipe feeder vessel sebagai pengumpan kapal tipe Panamax di pelabuhan utama saat ini umumnya dirancang dengan kapasitas sampai dengan 2000 TEU.



**Gambar 2.1 Kapal Container**

### b. Pelayaran General Cargo

Pelayaran General Cargo adalah pelayaran untuk angkutan barang umum lainnya yang dalam perkembangannya saat ini telah menjadi angkutan kontainer karena pertimbangan kepraktisan dalam cara penempatan barang.



### c. Pelayaran Penumpang

Pelayaran untuk angkutan penumpang dibedakan menjadi angkutan penumpang untuk kepentingan transportasi, angkutan penumpang dan barang/kendaraan serta pelayaran penumpang untuk pariwisata.



**Gambar 2.2 Kapal Penumpang**

### d. Pelayaran Khusus

Yaitu pelayaran untuk menunjang kegiatan industri dan pertambangan, terutama yang berkaitan dengan distribusi bahan baku maupun hasil produksi, misalnya minyak, pupuk, batubara dan lainnya. Yang termasuk dalam kategori pelayaran khusus adalah pelayaran untuk angkutan muatan minyak, bulk & timber, near bulk, dan pelayaran lepas pantai.

- ❖ Pelayaran Tanker, yaitu pelayaran untuk angkutan muatan cair curah yang dapat yang dapat menyala yang berupa minyak mentah atau produk minyak.



**Gambar 2.3 Kapal Tanker Minyak**

**Universitas Indonesia**

- ❖ Pelayaran Bulk & Timber, adalah pelayaran untuk angkutan muatan curah kering misalnya pupuk, semen, batubara, pasir besi, log dan lainnya.
- ❖ Pelayaran Near Bulk, adalah pelayaran untuk angkutan muatan dalam jumlah besar sampai ruang muat penuh.
- ❖ Pelayaran Lepas Pantai, adalah jenis layanan untuk mendukung kegiatan di laut untuk sektor pertambangan yaitu kegiatan pengeboran minyak di laut. Jenis muatan yang diangkut biasanya berupa muatan dengan ukuran panjang seperti pipa, muatan berat seperti tangki, bentuk curah misalnya semen dan bentuk cair seperti bahan bakar. Tipe kapal untuk pelayaran lepas pantai antara lain adalah kapal tunda(tug boat), tongkang(barge), kapal serbaguna(utility vessel), kapal suplai(supply vessel), kapal tunda jangkar(anchor handling and tug supply/AHTS), kapal kerja(work boat) dan kapal pendarat(landing craft transport).

#### e. Pelayaran Penyeberangan

Pelayaran penyeberangan merupakan moda angkutan yang menghubungkan dua pelabuhan, terutama untuk jarak pendek. Peran atau fungsi pelayaran penyeberangan adalah sebagai jembatan dari dua daratan yang terpisah oleh perairan laut atau sungai. Kapal yang dioperasikan umumnya adalah tipe kapal ferry untuk mengangkut penumpang dan kendaraan. Kondisi perairan, jarak pelayaran dan kepadatan arus muatan menjadi pertimbangan utama dalam perencanaan kapal.

#### ➤ Klasifikasi Usaha.

Klasifikasi usaha pelayaran merupakan tingkatan kemampuan usaha pelayaran dalam hal jasa yang diberikan, baik sarana angkutan yang dimiliki, jangkauan daerah yang dapat dilayani dan kemampuan finansial. Klasifikasi usaha pelayaran terdiri atas:

a) Pelayaran Internasional

Perusahaan pelayaran besar yang menjalankan angkutan laut dengan trayek luar negeri yaitu daerah pelayaran dengan rute menyeberangi batas laut teritorial negara sehingga akan berlaku hubungan ketentuan hukum/regulasi yang berlaku internasional maupun negara yang akan disinggahi. Kapal yang dioperasikan untuk pelayaran internasional umumnya adalah kapal dengan ukuran kapasitas yang besar untuk mengangkut muatan ekspor-import.

b) Pelayaran Antar Pulau

Yaitu pelayaran yang melayani angkutan barang atau penumpang melalui laut yang masih dalam wilayah suatu negara. Kapal yang dioperasikan umumnya dirancang sesuai dengan tingkat volume barang atau penumpang, kondisi perairan dan fasilitas pelabuhan.

c) Pelayaran Perintis

Pelayaran kapal perintis bertujuan untuk mengembangkan daerah yang sudah maupun yang belum memiliki potensi ekonomi dengan menyediakan pelayanan jasa kapal perintis. Kapal perintis merupakan sarana angkutan yang berperan sebagai pendorong pembangunan bagi daerah terpencil atau masih belum berkembang tidak berorientasi pada keuntungan finansial ekonomi semata melainkan karena pertimbangan sosial ekonomi, pemerataan pembangunan serta aspek pertahanan dan keamanan. Karena pengoperasian kapal perintis umumnya bersifat merugi, sehingga harus didukung subsidi pemerintah.

d) Pelayaran Rakyat

Pelayaran Rakyat adalah jasa angkutan barang dan penumpang yang umumnya dilaksanakan dengan menggunakan perahu Layar Motor dengan trayek antar pulau melalui laut atau sungai dengan kedalaman rendah dan

**Universitas Indonesia**

alur yang sempit. Di Indonesia jenis pelayaran rakyat umumnya berukuran antara 70 GT – 300 GT dengan panjang rata-rata di bawah 30 meter. Kapal yang digunakan umumnya adalah kapal kayu yang dibangun secara tradisional sehingga tingkat keselamatannya kurang terjamin yang disebabkan karena sistem sambungan konstruksi, misalnya antara papan kulit dengan gading maupun dengan lunas, cadangan daya apung berkaitan dengan jumlah sekat pemisah kedap air, lambung timbul dan tinggi ambang palka. Produktivitas kapal masih rendah karena kemampuan bongkar muat yang terbatas, yaitu dengan kapasitas berkisar antara 2 ton di samping masih menggunakan tenaga manusia. Alat penggerak propulsi umumnya menggunakan mesin diesel dibantu dengan layar dengan kecepatan kapal rata-rata antara 6 – 10 knot. Muatan barang yang diangkut masih dengan jenis heterogen yaitu jenis barang umum(*general cargo*) dan break-bulk antara lain produk pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan, perikanan, industri kecil. Bentuk kemasan umumnya bersifat lepasan(*loose type cargo*).



**Gambar 2.4 Buritan (kiri), dan Haluan (kanan) kapal Phinisi(Pelayaran Rakyat)**

➤ Pola Pelayaran

Ada dua karakter pokok dalam pola pelayaran kapal niaga yang umum dilakukan dalam industri pelayaran, yaitu pelayaran dengan layanan berjadwal/regular liner services(RLS) dan layanan tak berjadwal/tramper. Pola pelayaran ini dipilih berdasarkan pertimbangan strategi dalam melaksanakan usaha, yaitu adanya persaingan dalam mendapatkan muatan atau kemampuan kapal yang dimiliki.

a. Regular Liner Service

Regular Liner Service adalah pola pelayaran dimana kapal melayani trayek secara teratur dan tetap baik rute dan waktu keberangkatan/kedatangan kapal di pelabuhan yang sudah tertentu. Daerah operasi kapal tidak berpindah dan pelabuhan yang disinggahi masih berada di dalam wilayah operasi pelayaran kapal. Kapal yang melakukan pola pelayaran RLS umumnya adalah tipe kapal kontainer, muatan cair(minyak) atau kapal muatan khusus (batubara, semen dan lainnya).

b. Tramping

Pola tramper adalah pola pelayaran dimana kapal tidak melayani trayek tertentu namun kapal dapat menuju ke pelabuhan mana saja dan kapan saja berdasarkan informasi adanya muatan yang siap diangkut. Karena muatan yang diangkut bervariasi, maka kapal yang dioperasikan umumnya adalah tipe general cargo vessel.

• Sektor Perikanan

Kegiatan pelayaran pada sektor perikanan laut adalah penangkapan ikan menggunakan sarana kapal penangkap ikan. Penangkapan ikan di laut adalah kegiatan yang sifatnya berburu, yaitu mencari lokasi keberadaan ikan, sehingga kemampuan daya jelajah kapal dalam setiap trip pelayaran sangat menentukan keberhasilan operasi pelayaran kapal.

Kegiatan penangkapan ikan di Indonesia sebagian terbesar yaitu kurang lebih 40% adalah usaha skala kecil yang melibatkan nelayan tradisional. Kapal

**Universitas Indonesia**

penangkap ikan yang dioperasikan umumnya adalah kapal dengan motor tempel atau dengan tenaga mesin terbatas. Untuk skala industri, umumnya mempunyai ukuran gross tonnage diatas 30.

- **Sektor Pertambangan**

Kegiatan pelayaran kapal pada sektor pertambangan adalah kegiatan yang terkait dengan eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya minyak dan gas di lepas pantai, yaitu untuk mendukung operasi anjungan lepas pantai(offshore platform).

Kegiatan di lokasi anjungan lepas pantai yang berada di perairan dangkal sampai laut dalam membutuhkan sarana yang diperlukan antara lain kapal untuk transportasi crew(orang yang bertugas di anjungan), pengiriman peralatan, kebutuhan logistik dan lainnya untuk kegiatan eksplorasi dan eksploitasi.

- **Sektor Pariwisata**

Pelayaran pariwisata lebih bersifat “leisure” yaitu pelayaran untuk menikmati obyek wisata laut dan daerah dekat pantai menggunakan kapal tipe penumpang wisata(cruise ship). Fasilitas di dalam kapal dirancang sedemikian rupa sehingga penumpang kapal bisa mendapatkan segala fasilitas seperti yang ada di darat, baik untuk kegiatan kerja maupun kegiatan liburan(komunikasi global, teater, kolam renang, games dan lainnya). Kegiatan pelayaran dalam sektor pariwisata saat ini mulai berkembang terutama di negara-negara Eropa dan Amerika.

- **Sektor Pertahanan**

Pelayaran dalam sektor pertahanan adalah penyediaan sarana alat apung, yaitu kapal/platform yang membawa peralatan tempur untuk melaksanakan misi pertahanan negara. Kemampuan peralatan tempur drinking sensual kebutuhan operasi kapal, yaitu anti serangan permukaan (kapal), anti serangan udara (pesawat terbang), maupun serangan bawah air (kapal selam, torpedo).

Perkembangan industri perkapalan di sektor pertahanan dipengaruhi oleh kondisi geo-politik baik regional maupun global, yaitu kondisi konflik yang terjadi

**Universitas Indonesia**

di dunia. Adanya perang dingin maupun perang terbuka menjadi faktor yang akan menentukan peningkatan kebutuhan produksi industri pertahanan antara lain kapal perang. Indonesia yang memiliki wilayah perairan mencapai hampir dua pertiga wilayah keseluruhan dengan letak yang strategis diantara benua dan samudra tentu membutuhkan sarana pertahanan yang handal dalam rangka mempertahankan kedaulatan negara terutama ancaman melalui laut.



**Gambar 2.5 Kapal Perang**

## **2.2 LINGKUP PERENCANAAN**

Tahapan dari proses perencanaan kapal secara garis besar diawali dengan merumuskan “ketentuan pemesan”(owner requirements) menjadi “ketentuan desain”(design condition) untuk selanjutnya dilakukan perhitungan desain untuk rancang bangun kapal berdasarkan peraturan dan regulasi. Tahap selanjutnya adalah pembuatan gambar produksi untuk pelaksanaan pembangunan kapal sesuai standard yang umum digunakan di kalangan pembangun kapal. Setiap tahapan dalam proses pembangunan kapal mempunyai batas lingkup desain yang dimaksudkan agar dalam proses perencanaan kapal secara keseluruhan dapat lebih efisien dan mengurangi hingga seminimal mungkin kesalahan dan pengulangan serta perubahan atau modifikasi.

Tahapan dan lingkup perencanaan kapal meliputi tahap perumusan ketentuan desain(design condition) yang akan menjadi dasar dalam perhitungan basic design,

**Universitas Indonesia**

contract design dan detail design. Proses perencanaan kapal merupakan proses yang berulang ditinjau dari adanya keterkaitan dan saling mempengaruhi antara parameter desain untuk proses perencanaan sebagaimana digambarkan dalam “Design Spiral”. Proses perencanaan kapal dalam design spiral secara umum adalah sebagai berikut:

- **Lingkar Pertama**

Merumuskan ketentuan pemesan(owner requirements) menjadi ketentuan desain(design condition) untuk dasar membuat perhitungan dan gambar desain.

- **Lingkar Kedua**

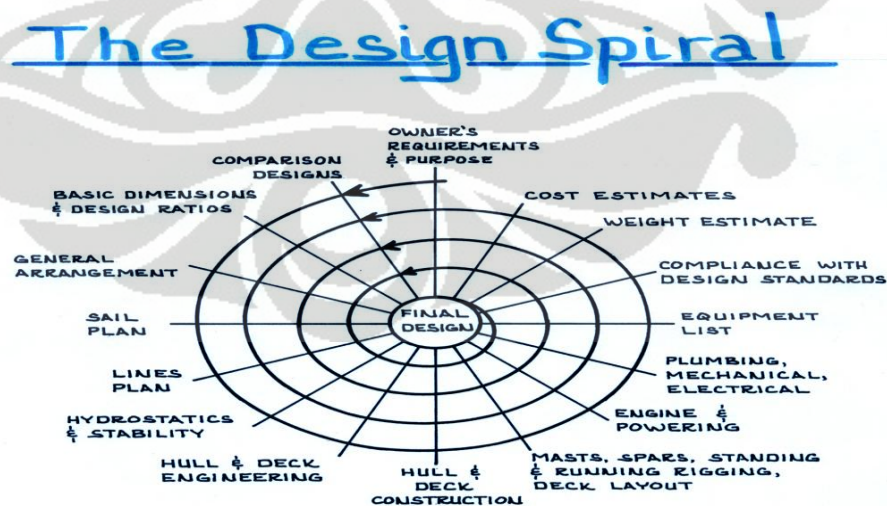
Menentukan konsep desain berdasarkan design condition dengan lingkup prakiraan displacement, estimasi ukuran utama, estimasi tenaga mesin dan susunan ruangan utama di kapal.

- **Lingkar Ketiga**

Pemeriksaan hasil concept desain dengan membuat perhitungan dan gambar desain secara teori bangunan kapal (naval architect) untuk mengetahui karakteristik kapal ditinjau dari aspek tahanan, propulsi, stabilitas, daya muat dan daya kemampuan olah gerak kapal.

- **Lingkar Keempat**

Melakukan evaluasi dari aspek ekonomis alternative desain yang dipilih, yaitu desain yang paling optimal dan mempunyai efisiensi ekonomis.



Gambar 2.6 Design Spiral



### 2.3 CONCEPTUAL DESIGN

Konsep Desain/Conceptual Design adalah data pokok untuk membangun rancang bangun kapal yang baru merupakan prakiraan atau estimasi dari parameter desain yang direncanakan memenuhi ketentuan desain. Data pokok tersebut adalah perkiraan berat kapal atau displacement, perkiraan ukuran utama kapal, estimasi tenaga mesin penggerak utama kapal dan denah ruangan utama dan bangunan kapal.

Karena masih merupakan perkiraan maka harus dilakukan pengecekan melalui perhitungan perencanaan secara teori bangunan kapal (*naval architect*) yaitu perhitungan yang berhubungan dengan kapasitas, kecepatan manouver, stabilitas, lambung timbul, tonase, konstruksi utama kapal dan perhitungan lainnya berdasarkan desain bentuk lambung kapal (rencana garis/*lines plan*). Lingkup perhitungan desain dalam tahap conceptual design adalah :

- ✓ Perkiraan Displacement  
yaitu perkiraan awal berat kapal keseluruhan yang terdiri dari berat konstruksi bangunan kapal termasuk peralatan dan permesinan dan berat muatan yang diangkut. Pertimbangan dalam menentukan displacement kapal yang akan dirancang adalah bagaimana menentukan displacement yang sekecil mungkin tapi mempunyai daya muat, kecepatan dan kemampuan olah gerak sesuai dengan misi operasi kapal yang diinginkan.
- ✓ Perkiraan Ukuran Utama dan Koefisien Bentuk  
yaitu perkiraan ukuran utama kapal yang diperkirakan akan memenuhi ketentuan desain yang terdiri dari panjang (L), lebar (B), tinggi (H) dan sarat (d) serta koefisien bentuk yang terdiri dari koefisien block (Cb), koefisien gading tengah (Cm), koefisien prismatik (Cp), koefisien garis air (Cw). Dalam menentukan ukuran utama kapal perlu mempertimbangkan aspek-aspek yang nantinya akan berpengaruh pada karakteristik kapal antara lain daya muat, stabilitas, tahanan kapal, dan kemampuan olah gerak kapal.
- ✓ Estimasi Tenaga Mesin Kapal  
yaitu estimasi awal kebutuhan tenaga mesin penggerak kapal didasarkan pada data yang baru ada yaitu estimasi ukuran utama kapal dan displacement.

✓ Lay-Out Rencana Umum Kapal

Yaitu konsep atau rancangan dasar bangunan kapal dan susunan ruangan utama di kapal

## 2.4 TEORI YANG BERKAITAN DENGAN ANALISA INVESTASI

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menganalisa kelayakan suatu bisnis atau investasi, yaitu :

➤ Payback Period

Payback period adalah waktu yang diperlukan (dalam Satuan Tahun) untuk mengembalikan investasi yang telah ditanamkan oleh penanam modal berdasarkan cash Inflow yang dihasilkan oleh suatu proyek. Cara untuk mengambil keputusan dengan metode ini adalah membandingkan payback period investasi yang diusulkan dengan umur ekonomis aktiva, apabila payback period lebih pendek dari pada umur ekonomis aktiva maka rencana investasi dapat diterima, sedangkan apabila payback period lebih panjang dari pada umur ekonomis aktiva maka rencana investasi ditolak.

➤ Internal Rate of Return

Suatu metode yang menghitung tingkat suku bunga yang akan menyebabkan  $NPV = 0$ . Metode ini relatif sulit untuk ditentukan karena untuk mendapatkan nilai yang akan dihitung diperlukan suatu 'trial and error' hingga pada akhirnya diperoleh tingkat bunga yang akan menyebabkan NPV sama dengan nol. IRR dapat didefinisikan sebagai tingkat bunga yang akan menyamakan present value cash inflow dengan jumlah initial investment dari proyek yang sedang dinilai. Suatu usulan proyek investasi akan diterima jika  $IRR > \text{cost of capital}$  dan akan ditolak jika  $IRR < \text{cost of capital}$ . Perhitungan IRR untuk pola cash flow yang bersifat seragam (anuitas), relatif berbeda dengan yang berpola tidak seragam.

➤ Profitability Index

Profitability index atau benefit cost ratio adalah perbandingan antara nilai sekarang dari aliran kas masuk di masa yang akan datang dengan nilai investasi. Selama PI tersebut sama dengan atau lebih besar dari satu, maka kita akan

menerima usulan investasi tersebut. Secara umum Kalau metode NPV dan PI dipakai untuk menilai suatu usulan investasi, maka hasilnya akan selalu konsisten. Dengan kata lain., kalau NPV mengatakan diterima, maka PI juga mengatakan diterima. Demikian pula sebaliknya. Sehingga untuk menghitung PI harus terlebih dahulu menghitung NPV dan ada beberapa kasus lain, dimana setelah perhitungan PI belum dapat mengambil keputusan, sebelum dikembalikan ke metode NPV.

Dapat dibilang bahwa metode PI adalah prediksi kelayakan suatu proyek dengan membandingkan nilai penerimaan-penerimaan bersih dengan nilai investasi, dengan kriteria kelayakan apabila PI lebih besar dari pada (satu) 1 maka rencana investasi dapat diterima, sedangkan apabila PI lebih kecil dari pada (satu) 1 maka rencana investasi ditolak.

➤ Net Present Value

Net Present Value (NPV) atau nilai sekarang bersih adalah analisis manfaat finansial yang digunakan untuk mengukur layak tidaknya suatu usaha dilaksanakan dilihat dari nilai sekarang (present value) arus kas bersih yang akan diterima dibandingkan dengan nilai sekarang dari jumlah investasi yang dikeluarkan. Arus kas bersih adalah laba bersih usaha ditambah penyusutan, sedang jumlah investasi adalah jumlah total dana yang dikeluarkan untuk membiayai pengadaan seluruh alat-alat produksi yang dibutuhkan dalam menjalankan suatu usaha. Jadi, untuk menghitung NPV dari suatu usaha diperlukan data tentang: (1) jumlah investasi yang dikeluarkan, dan (2) arus kas bersih per tahun sesuai dengan umur ekonomis dari alat-alat produksi yang digunakan untuk menjalankan usaha yang bersangkutan.

Untuk mengimplementasikan pendekatan ini, kita ikuti proses sebagai berikut: (1) Tentukan nilai sekarang dari setiap arus kas, termasuk arus masuk dan arus keluar, yang didiskontokan pada biaya modal proyek, (2) Jumlahkan arus kas yang didiskontokan ini, hasil ini didefinisikan sebagai NPV proyek, (3) Jika NPV adalah positif, maka proyek harus diterima, sementara jika NPV adalah negatif, maka proyek itu harus ditolak. Jika dua proyek dengan NPV positif adalah

mutually exclusive, maka salah satu dengan nilai NPV terbesar harus dipilih. Dengan kata lain, NPV adalah jumlah dari Present Value. Present Value dihitung

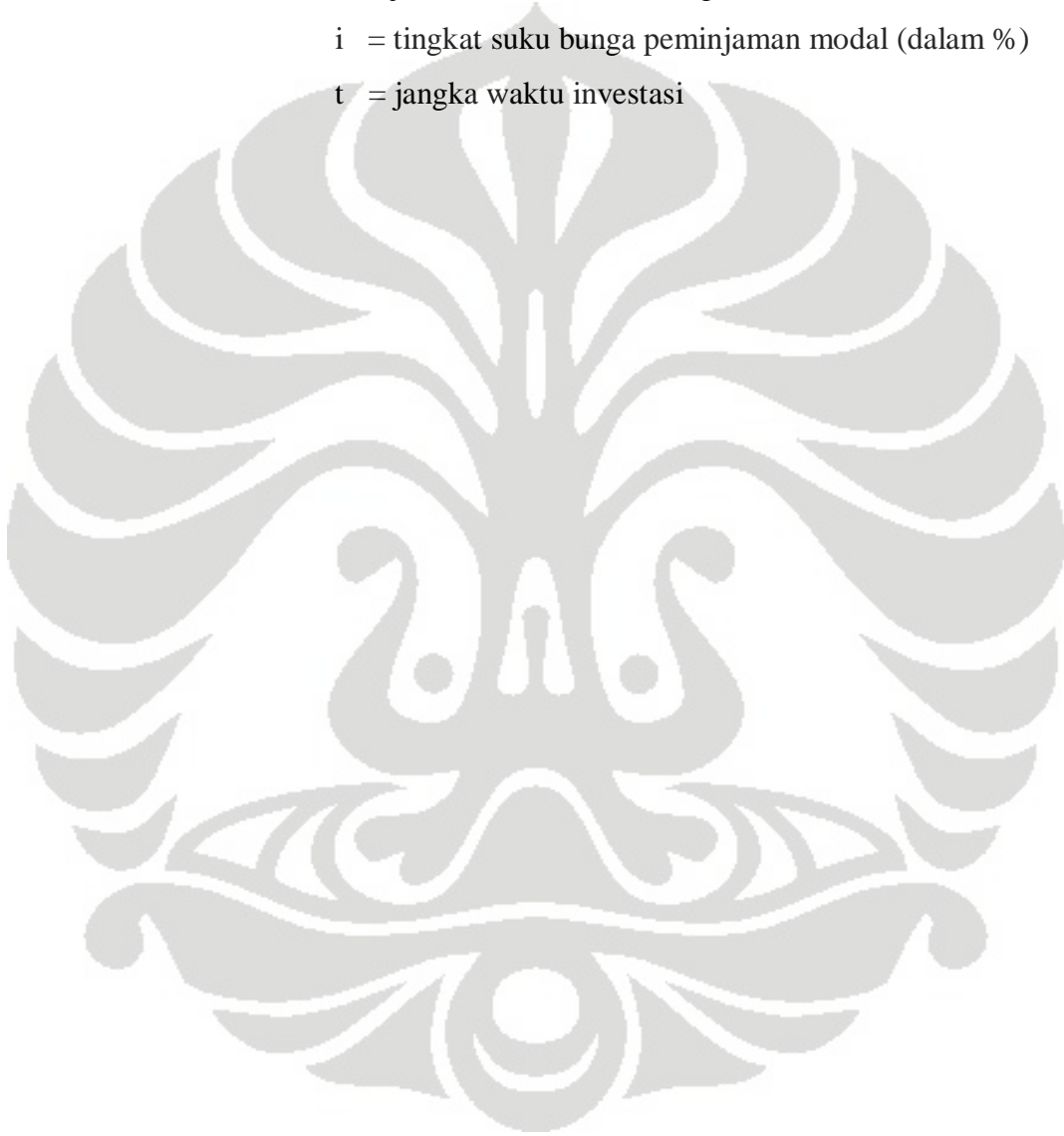
dengan rumusan :

$$\frac{R_t}{(1+i)^t}$$

Dimana:  $R_t$  = jumlah bersih aliran uang

$i$  = tingkat suku bunga peminjaman modal (dalam %)

$t$  = jangka waktu investasi



## BAB 3

### CONCEPTUAL DESIGN DAN PERHITUNGAN DATA

#### 3.1 Conceptual Design

##### 3.1.1 Lines Plan

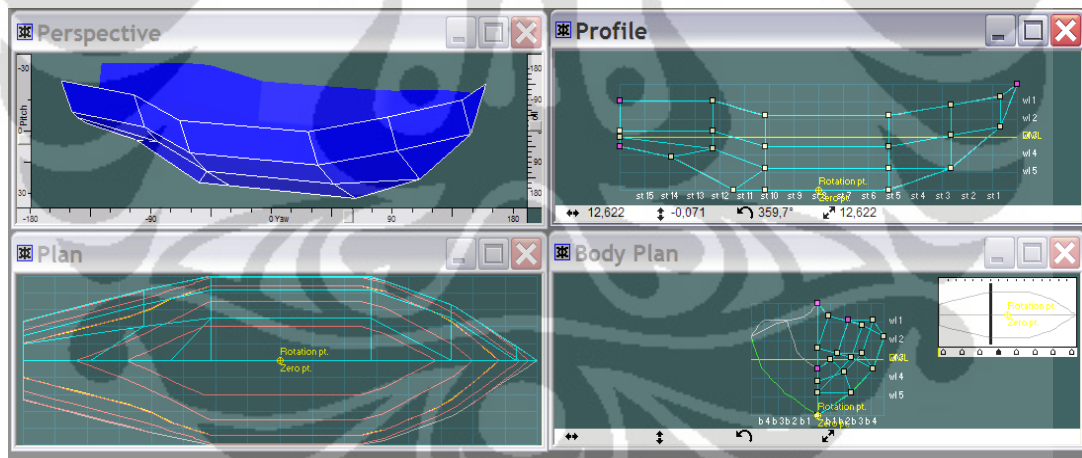
Dari perhitungan awal yang telah digunakan, mempergunakan metode Aljabar Linier dalam menentukan koordinat bidang-bidang dalam pembentukan lambung kapal, maka didapatkan dimensi-dimensi:

LOA : 19.2 meter.

Breadth (B) : 6 meter.

Height (H) : 3.4 meter.

Dengan menggunakan *software* Maxsurf maka dapat dibuat gambaran kapal tersebut dengan memasukkan koordinat yang telah didapatkan dengan acuan garis tetap (*datum*) adalah *midship* dan garis sarat tertinggi. Hasil disain penggabungan titik-titik koordinat dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

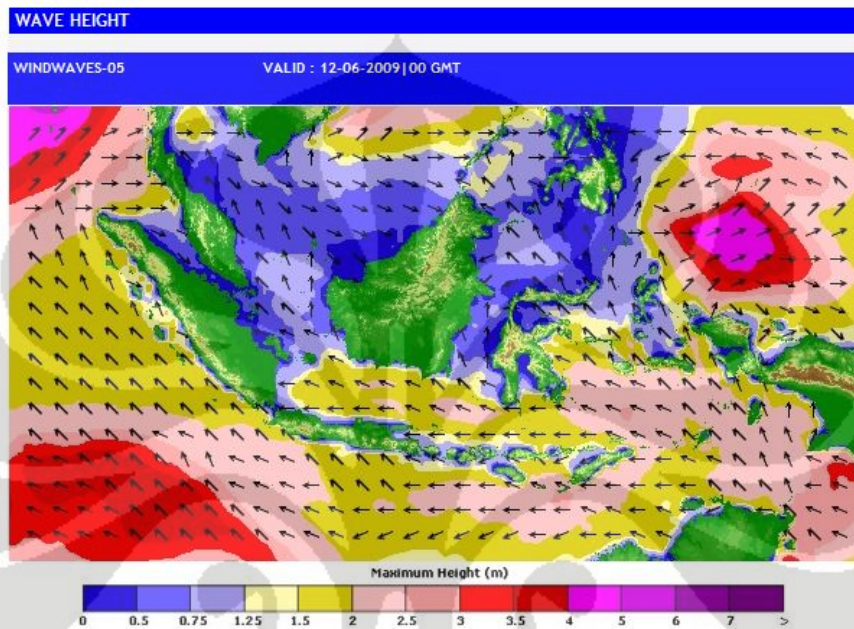


Gambar 3.1. Lines Plan Kapal Rancang

Untuk tinggi sarat maksimum (draught kapal) diambil 2.4 meter sehingga kapal rancangan akan menghasilkan freeboard sebesar 1 meter. Freeboard sebesar satu

meter tersebut cocok untuk kapal ini yang akan berlayar di perairan Indonesia bagian barat yang mempunyai ketinggian gelombang laut rata-rata 1 meter.

Seperti yang bisa dilihat pada grafik berikut:



**Gambar 3.2. Ketinggian Gelombang Laut di Indonesia (Sumber: BMKG)**

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa wilayah perairan laut yang akan dilayari kapal rancangan, berkisar antara 0 – 2 meter, sehingga diambil rata-ratanya, sebesar 1 meter sebagai freeboard kapal rancangan.

Setelah sarat air maksimum (draught) telah ditentukan, maka dapat ditentukan perhitungan hidrostatis dengan software Maxsurf Pro. Dari hasil pengolahan data sementara Maxsurf bisa didapatkan nilai hidrostatis untuk karakteristik-karakteristik kapal pada sarat air maksimal sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data hidrostatis dari software MAXSURF Pro pada sarat air maksimal

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	81,19	tonne
2	Volume	79,21	m³
3	Draft to Baseline	2,4	m
4	Immersed depth	2,4	m
5	Lwl	17,768	m
6	Beam wl	5,286	m
7	WSA	96,267	m²
8	Max cross sect area	7,557	m²
9	Waterplane area	67,87	m²
10	Cp	0,59	
11	Cb	0,351	
12	Cm	0,596	
13	Cwp	0,723	
14	LCB from zero pt	9,605	m
15	LCF from zero pt	9,211	m
16	KB	1,621	m
17	KG	0	m
18	BMt	1,486	m
19	BMI	14,915	m
20	GMt	3,106	m
21	GMI	16,536	m
22	KMt	3,106	m
23	KMI	16,536	m
24	Immersion (TPc)	0,696	tonne/cm
25	MTC	0,771	tonne.m
26	RM at 1deg = GMt.Dis	4,402	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

Density: 1,025 tonne/m³      Recalculate

VCG: 0 m      Close

### 3.1.2. Penentuan kecepatan dinas (Vs)

Untuk penentuan kecepatan service yang optimal, maka awalnya dihitung Froude number untuk kapal tersebut dengan rumusan sebagai berikut:

$$Fn = \frac{Vs(m/s)}{\sqrt{g \times Lpp}} ; \text{dimana } g = \text{percepatan gravitasi} = 9.81 \text{ m/s}^2.$$

$$Lpp = 17.42 \text{ meter.}$$

Untuk perhitungan awal, dihitung  $Vs = 10 \text{ knot} = 5.144 \text{ m/s}$ .

$$Fn = \frac{5.144}{\sqrt{9.81 \times 17.42}} = 0,405$$

Menurut Jensen (1994), Froude number yang berada pada kisaran:

- $0,25 < Fn < 0,27$
- $0,37 < Fn < 0,5$

harus dihindari, karena dapat menyebabkan terjadinya interferensi/crash antara gelombang haluan dan buritan. Karena perhitungan awal menghasilkan angka froude number yang berada pada daerah tersebut, maka Fn dihitung kembali dengan memvariasikan kecepatan kapal sedangkan untuk Lpp-nya sudah tetap. Agar tidak termasuk dalam angka Fn yang tidak dianjurkan, maka Vs kecenderungannya adalah ditambah terus hingga, mendapatkan Fn yang baik. Setelah diolah dengan menggunakan Microsoft Excel, maka didapat Vs yang optimal adalh 12.5 knot.

### 3.1.3 Estimasi Sementara Tenaga Penggerak

Sebelum menentukan besarnya tenaga penggerak yang dibutuhkan kapal, maka Penentuan besar daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan pendekatan metode Admiralty, dimana besarnya daya yang disalurkan ke poros adalah

$$SHP = \frac{\Delta^{2/3} \times V^3}{Ac} \quad \left( \begin{array}{l} \text{HP} \\ \text{HP} \end{array} \right)$$

Dimana:  $\Delta$  = Displacement sarat maksimum = 81.19 ton

$V$  = Kecepatan service kapal (knot) = 12,5 knot

$Ac$  = Kostanta Admiralty

$$Ac = 10 \left( \sqrt{Lpp} + \frac{150}{VS} \right)$$

$$Ac = 10 \left( \sqrt{17.42} + \frac{150}{12.5} \right)$$

$$Ac = 161.73$$



$$SHP = \frac{81.19^{2/3} \times 12.5^3}{161.73} \text{ (HP)} = 226,42 \text{ HP}$$

Untuk menjamin mesin beroperasi pada kecepatan maksimal secara kontinyu, maka besar daya mesin terpasang 15% lebih besar dari daya yang dibutuhkan ke poros. Besar daya mesin minimum :

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 1.15 \times 226.42 \text{ HP} \\ &= 260,38 \text{ HP} \end{aligned}$$

Maka dalam perhitungan selanjutnya, diambil daya mesin **BHP = 270 HP**.

### 3.1.4 Estimasi LWT (Light Weight Tonnage)

Berat kapal kosong untuk kapal barang umum (general cargo ship) terdiri dari berat baja kapal, dan berat mesin utama (tidak diperlukan alat bongkar muat di kapal karena pada pelayaran rakyat, untuk proses bongkar muatnya masih menggunakan tenaga manusia).

#### a. Berat baja kapal (BK)

$$\begin{aligned} \text{BK} &= 0.102 \times L \times B \times T \\ &= 0.102 \times 17.42 \times 6 \times 2.4 \\ &= 25.58 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### b. Berat mesin utama (BM)

Dari estimasi sementara tenaga penggerak didapatkan besar BHP adalah 270 HP. Oleh karena itu akan digunakan daya mesin yang lebih besar dan dipilih mesin NORTHERN LIGHT type L1276A2 dengan kapasitas daya output saat bekerja secara kontinyu sebesar 340 HP (brosur mesin terlampir).

Tabel 3.2 Spesifikasi Mesin Utama

<b>NORTHERN LIGHTS L1276A2</b>			
Output Rating	CONTINUOUS	MEDIUM	HIGH OUTPUT
FWHP (kW)	340 (252)	425 (315)	525 (389)
Maximum RPM	1800	2100	2100
Cylinders / Configuration / Cycle	6 / inline / 4	6 / inline / 4	6 / inline / 4
Displacement CID (ltr)	763 (12.5)	766 (12.5)	766 (12.5)
Aspiration	All Models: Turbocharged Aftercooled		
Bore x Stroke in (mm)	All Models: 5 x 6.5 (127 x 165)		
Approximate Weight			
Dry weight with HE, no gear - lbs (kg)	3210 (1456)	3210 (1456)	3210 (1456)
Dry weight, KC, no gear - lbs (kg)	3093 (1403)	3093 (1403)	3093 (1403)

Dimensions	Inch (mm)
A length	69.94 (1776)
B width	46.02 (1169)
C height	41.31 (1049)
D mounts	34.55 (878)
E mounts	26.0 (660)

Dapat dilihat pada tabel di atas (tulisan berwarna merah) bahwa untuk kapal dengan daya sebesar 340 HP memiliki berat mesin 1456 kg = 1.45 ton.

$$\begin{aligned} \text{Jadi } LWT &= BK + BM \\ &= 25.58 + 1.45 \\ &= 27.03 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 3.1.5 Estimasi DWT (Dead Weight Tonnage) dan Payload

Unsur-unsur yang termasuk dalam komponen DWT terdiri dari :  $DWT_2 = \text{Pay Load} + [ \text{consumables } (W_1) + \text{Crew } (W_2) + \text{Luggage } (W_3) ]$

dimana consumables terdiri dari :

- berat bahan bakar ( $W_{fo}$ )
- berat minyak pelumas ( $W_{lub}$ )
- berat air tawar ( $W_{fw}$ )
- berat makanan ( $W_{prov}$ )

Pay load = DWT rancangan – (consumables + crew + luggage)

#### 1. Berat Consumables ( $W_1$ )

Berat consumables ( $W_1$ ) =  $W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov}$ .

##### 1.1 Berat Bahan Bakar ( $W_{fo}$ )

$$W_{fo} = (\text{BHP}_{me} \times b_{me}) \times \frac{Cr}{Vs} \times 10^{-6} \times k$$

dimana :  $\text{BHP}_{me}$  = BHP mesin utama (kW)

$$= 270 \text{ HP} / 1.341 \text{ kW} = 201.34 \text{ kW}$$

$b_{me}$  = angka spesifik konsumsi pemakaian bahan bakar mesin utama (205 – 211 gr/kW)

$Cr$  = 970 nm (nautical miles)

$Vs$  = 12.5 knot

$K$  = konstanta (1.3 – 1.5) ; diambil = 1.3

$$W_{fo} = (201.34 \times 205) \times \frac{970}{12.5} \times 10^{-6} \times 1.3$$

$$= 4.16 \text{ ton}$$

### 1.2 Berat Minyak Pelumas ( $W_{lub}$ )

$$W_{lub} = 3\% \times W_{fo}$$

$$= 0.03 \times 4.16$$

$$= 0.13 \text{ ton}$$

### 1.3 Berat Air Tawar ( $W_{fw}$ )

$$W_{fw} = N \times t \times C_{fw}$$

dimana: N = jumlah kru,

$$t = \text{waktu pelayaran} = \frac{Cr}{Vs} = \frac{970}{12.5} = 77.6 \text{ jam}$$

= 3.2 hari dibulatkan menjadi 4 hari

$C_{fw}$  = Kebutuhan konsumsi air tawar, diambil  
= 20 kg/orang/hari.

$$W_{fw} = 5 \times 4 \times 20 = 400 \text{ kg} = 0.4 \text{ ton}$$

### 1.4 Berat Makanan ( $W_{prov.}$ )

$$W_{prov.} = N \times t \times C_{prov.}$$

dimana : N = jumlah kru = 5 orang

t = waktu pelayaran = 4 hari

$C_{prov.}$  = kebutuhan konsumsi makanan  
= (3 – 5 kg/orang/hari)

diambil maksimal = 5 kg/orang/hari

$$W_{prov.} = 5 \times 4 \times 5 = 100 \text{ kg} = 0.1 \text{ ton}$$

Jadi :

$$\text{Berat consumables } (W_1) = W_{fo} + W_{lub} + W_{fw} + W_{prov.}$$

$$= 4.16 + 0.13 + 0.4 + 0.1$$

$$= 4.76 \text{ ton}$$

## 2. Berat Kru ( $W_2$ )

$$\text{Berat kru } (W_2) = N \times C_{\text{crew}}$$

$$\text{dimana : } C_{\text{crew}} = 75 \text{ kg/orang}$$

$$(W_2) = 5 \times 75 = 375 \text{ kg} = \mathbf{0.375 \text{ ton}}$$

## 3. Berat Luggage ( $W_3$ )

$$\text{Luggage } (W_3) = N \times C_{\text{lugg.}}$$

$$\text{dimana : } C_{\text{lugg}} = 40 \text{ kg/orang (jarak pendek)}$$

$$= 60 \text{ kg/orang (jarak jauh)}$$

$$(W_3) = 5 \times 60 = 300 \text{ kg} = \mathbf{0.3 \text{ ton}}$$

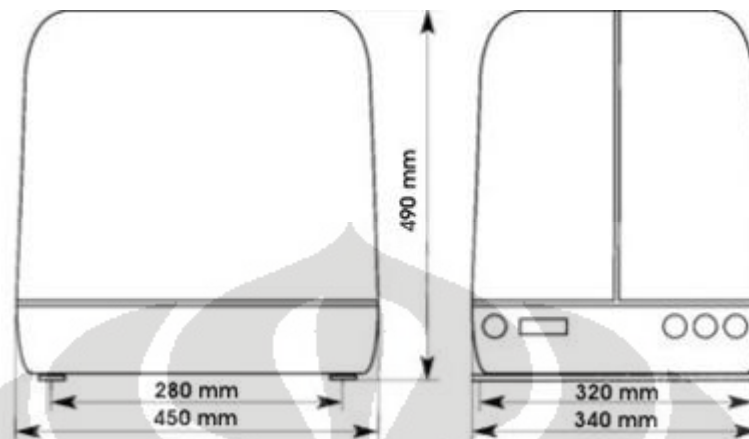
## 4. Berat Genset ( $W_g$ )

Estimasi kebutuhan daya genset yang dibutuhkan adalah maksimum 3000 W, maka dapat dipilih genset dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3.3 Spesifikasi Generator Set**

### Technical Specification and Performance

Generator manufacturer	Volpi Tecno Energia (VTE) - Italy	
Engine	BUKH - FARYMANN DIESEL, Germany	
Mechanical power (continuous)	50 Hz	3.6 kW
	60 Hz	Not available
Speed (rpm)	50 Hz	3000 rpm
	60 Hz	Not available
Fuel consumption	0.35 l/kW/h	
Weight (soundproof hood included)	60 kg	
Weight of separate inverter	6 kg	
Remote Control	Fitted with hourmeter, load indicator, automatic shut-off device for low oil pressure and water over temperature, starting motor self disengagement, 10 m cable and socket	



Gambar 3.3 Dimensi Generator Set



Gambar 3.4 Bagian Luar dan Dalam Genset

Dari tabel spesifikasi genset yang dipilih (ditandai dengan kotak merah), maka didapat berat genset = 60 kg + 6 kg = 66 kg = 0.066 ton.

### 5. Berat Pay Load

$$\begin{aligned} \text{Displacement} &= \text{DWT} + \text{LWT} \\ \text{DWT} &= \text{Displacement} - \text{LWT} \\ &= 81.19 - 27.03 \\ &= 54.16 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pay load} &= \text{DWT} - (\text{consumables} + \text{crew} + \text{luggage} + \text{genset} + \text{outfit} \\ &\quad + \text{akomodasi} + \text{beart lain-lain} + \text{peralatan tambat} + \text{ballast}) \\ &= 54.16 - (4.76 + 0.375 + 0.3 + 0.066 + 1.5 + 1 + 0.8 + 4) \\ &= \mathbf{41.3 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Universitas Indonesia

### 3.2 Konstruksi Kapal

Dalam perencanaan *midship section* dan konstruksi *profil* ini digunakan peraturan dari Biro Klasifikasi Indonesia. Dasar penentuan ukuran dan detail konstruksi dan perhitungan ini didasarkan pada :

- ✓ Faktor bahan (k), untuk kapal baja normal = 1
- ✓ Panjang antara garis tegak ( $L_{pp}$ ) = 17.2 m
- ✓ Lebar kapal (B) = 6 m
- ✓ Tinggi sarat air (T) = 2.4 m
- ✓ Tinggi Kapal (H) = 3.4 m

#### 3.2.1 Perkiraan Beban

Dalam menentukan ukuran-ukuran dari konstruksi geladak dan menyangga alas dalam sisi alas, alas kapal dan tangki-tangki maka perlu ditentukan dahulu beban yang akan dipakai, beban yang diterima atau dialami harus dapat diketahui. Perkiraan beban pada kapal antara lain adalah :

##### 1. Beban Geladak

###### a. Beban Geladak Cuaca

Yang dianggap sebagai geladak cuaca adalah semua geladak yang bebas, kecuali bangunan atas yang tidak efektif. Untuk daerah 0.1 L dari garis tegak buritan sampai 0.2 L dari garis tegak haluan, beban geladak cuaca adalah :

$$P = P_o \pm \Delta P \text{ (t/m}^2\text{)}$$

dimana :

$$\begin{aligned} P_o &= 0.75 + \frac{3L}{1000}, \text{ t/m}^2 \text{ ; untuk } L \leq 200 \text{ m} \\ &= 0.75 + \frac{3 \times 17.42}{1000} \\ &= 0.8 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\Delta P = 0.08 \times (A_w - A_{wo})$$

dimana :

$$\begin{aligned} A_w &= H - T \\ &= 3.4 - 2.4 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{wo} &= 0.025L - 0.75 \text{ (m) ; untuk } L < 50 \\ &= 0.025 \times 17.42 - 0.75 \\ &= -0.31 \text{ m, karena bernilai negatif maka diambil nilai} \\ &\text{minimum sebesar 0.} \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned} \Delta P &= 0.08 \times (1 - 0) \\ &= 0.08 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} P &= P_o \pm \Delta P \text{ (t/m}^2\text{)} \\ &= 0.8 \text{ t/m}^2 + 0.08 \text{ t/m}^2 \\ &= 0,88 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada daerah 0.1 L dari FP diperbesar 20% sehingga :

$$\begin{aligned} P &= 20\% P + P \\ &= 20\% (0.88) + 0.88 = 1,06 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada daerah 0.2 L dari FP dan 0.1 L dari AP diperbesar 10% sehingga :

$$\begin{aligned} P &= 10\% P + P \\ &= 10\% (0.88) + 0.88 = 0,97 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Geladak Bangunan Atas.

i. Geladak bangunan atas I

$$\begin{aligned} \Delta P &= 0.08(A_w - A_{wo}) \times 0.75 \\ &= 0.08 \times (1 - 0) \times 0.75 \\ &= 0.06 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

maka ;

$$\begin{aligned}
 P &= P_o \pm \Delta P \text{ ( t/m}^2\text{)} \\
 &= 0.8 \text{ t/m}^2 + 0.06 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0,86 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

c. Beban Geladak Muatan dan Geladak Akomodasi

Beban geladak akomodasi di bawah cuaca dihitung sebagai berikut :

$$P = 0.5 \text{ t/m}^2 \text{ untuk } L < 20 \text{ m}$$

$$P = 1 \text{ t/m}^2 \text{ untuk } L > 100 \text{ m}$$

Diambil nilai  $P = 0.5 \text{ t/m}^2$

d. Beban Alas Dalam.

Beban alas dalam akibat tekanan beban dihitung dari :

$$P_i = h \times \frac{G}{v}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 G &= \text{Berat muatan dalam ruangan} \\
 &= 48,65 \text{ ton (diambil dari estimasi berat payload pada} \\
 &\quad \text{pra rancangan)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v &= \text{Volume ruangan, estimasi volume ruangan} \\
 &= 36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H &= \text{Tinggi pinggir atas muatan di hitung dari alas, dimana} \\
 &\quad \text{dianggap ruang terisi penuh.} \\
 &= 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}
 P_i &= 1 \times \left( \frac{48.65}{36} \right) \\
 &= 1,35 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

2. Beban luar untuk sisi dan alas kapal

a) Sisi Kapal



Beban luar ( $h_s$ ) untuk penentuan konstruksi sisi kapal adalah :

$$h_s = Z_2 + c \left( 1 - \frac{Z_2}{2T} + b \right) (\text{t/m}^2)$$

dimana :

$Z_2$  = jarak tegak antara garis muat dan batas bawah pelat atau pertengahan dari panjang  $L$  yang tidak tertumpu / tinggi sarat

$$= 1 \text{ m}$$

$c$  =  $0.023 L$  ( $\text{t/m}^2$ ) ; untuk  $L < 100 \text{ m}$

$$= 0.023 \times 17.42$$

$$= 0,40 \text{ t/m}^2$$

$b$  = 0 untuk daerah  $0.6 L$  tengah kapal

$$= 0.7 - 3.5 \frac{X}{L}$$

untuk daerah  $0 \leq X/L \leq 0,2$  maka yang diambil adalah 0.1, sehingga :

$$b = 0.7 - (3.5 \times 0.1)$$

$$= 0.35$$

jadi :

$$h_s = 1 + 0.4 \left( 1 - \frac{48.65}{2 \times 2.4} + 0.35 \right) (\text{t/m}^2)$$

$$= 1,32 \text{ t/m}^2$$

b) Alas Kapal

Beban luar ( $h_b$ ) untuk penentuan konstruksi alas kapal.

$$h_b = T + c (0.5 + b) (\text{t/m}^2)$$

$$= 2.4 + 0.4 (0.5 + 0.35) (\text{t/m}^2)$$

$$= 2,76 \text{ t/m}^2$$

### 3.2.2 Pelat Kulit

Dalam perencanaan ini dihitung semua bagian plat yang menjadi dinding atau kulit kapal dan harus disesuaikan dengan beban yang harus ditumpu oleh masing-masing bagian.

Dalam perencanaan ini, perhitungan pelat kulit antara lain adalah :

- A. Pelat Alas :
1. Pada 0.4 L tengah kapal
  2. Diluar 0.4 L tengah kapal
  3. Pelat lunas
- B. Pelat Sisi :
1. Pada 0.4 L tengah kapal
  2. Diluar 0.4 L tengah kapal
  3. Pelat sisi lajur atas
  4. Lajur Bilga

Pada perhitungan pelat kulit ini faktor yang mempengaruhi antara lain :

- hb = Beban alas  
= 2,76 t/m<sup>2</sup>
- hs = Beban sisi  
= 1,32 t/m<sup>2</sup>
- h<sub>1</sub> = 10, untuk sisi gading-gading lintang
- k = Faktor bahan  
= 1 (untuk baja kapal normal)

#### A. Pelat Alas

1. Daerah pelat alas pada 0.4L tengah kapal

Untuk panjang kapal di bawah 100 m, tebal pelat tidak boleh lebih kecil dari :

$$s = n_1 \times a \sqrt{\frac{hb \times k}{1.65 + \frac{L}{500}}} \text{ (mm)}$$

dimana :

- n<sub>1</sub> = 10, untuk sistim gading-gading lintang
- k = Faktor bahan

= 1 (untuk kapal baja normal)

a = Jarak antar gading, untuk kapal yang  $L < 100$  m.

$$\begin{aligned} a &= 2L + 460 \text{ mm} \\ &= 2(17.42) + 460 \text{ mm} \\ &= 494. \text{ mm} \\ &= 0.494 \text{ m} \end{aligned}$$

hb = Beban alas

$$= 2,76 \text{ t/m}^2$$

jadi :

$$s = 10 \times 0.49 \sqrt{\frac{2.76 \times 1}{1.65 + \frac{17.42}{500}}} \text{ (mm)}$$

$$= 4.98 \text{ mm}$$

maka direncanakan tebal pelat  $s = 5$  mm

### 2. Daerah pelat alas diluar 0.4 L tengah kapal

Tebal pelat ujung untuk 0.1 L bagian depan garis tengah buritan dan untuk 0.05 L di belakang garis tegak haluan, tidak boleh kurang dari nilai yang lebih besar dari harga berikut :

$$\begin{aligned} s_2 &= (4.3 \times a \sqrt{hs \times k}) + 1.5 \\ &= (4.3 \times 0.49 \sqrt{1.32 \times 1}) + 1.5 \text{ (mm)} \\ &= 3.94 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka direncanakan tebal pelat  $s_2 = 4$  mm

### 3. Daerah pelat lunas

Lebar pelat lunas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 4L + 800 \text{ (mm)} \\ &= (4 \times 17.42) + 800 \text{ (mm)} \\ &= 869,68 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka direncanakan lebar pelat lunas  $b = 869.7$  mm. Sedangkan tebal lunas pada daerah 0.7 L tengah kapal tidak boleh lebih kecil dari :

$$\begin{aligned}
 S_k &= 1.1 \times s \\
 &= 1.1 \times 4.98 \\
 &= 5.48 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka direncanakan tebal pelat lunas  $S_k = 5.5 \text{ mm}$

Tebal lunas maksimum pada daerah  $0.15 L$  dari ujung kapal :

$$\begin{aligned}
 S_k \text{ max} &= s + 2.5 \\
 &= 5 + 2.5 \\
 &= 7.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## B. Pelat sisi.

### 1. Daerah pelat sisi pada $0.4L$ tengah kapal

Tebal pelat sisi pada  $0.4L$  tengah kapal untuk kapal  $L < 100 \text{ m}$  adalah :

$$\begin{aligned}
 s &= n_1 \times a \sqrt{\frac{T \times k}{1.8 + \frac{6L}{1000}}} \text{ (mm)} \\
 &= 10 \times 0.5 \sqrt{\frac{2.4 \times 1}{1.8 + \left(\frac{6 \times 17.42}{1000}\right)}} \text{ (mm)} \\
 &= 5.7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka direncanakan tebal pelat sisi  $s = 6 \text{ mm}$

### 2. Daerah pelat sisi di luar $0.4L$ tengah kapal

Tebal pelat harus lebih besar dari nilai berikut :

$$\begin{aligned}
 s_3 &= \left( 0.3 \times a \sqrt{hs \times k} \right) + 1.5 \text{ (mm)} \\
 &= \left( 0.3 \times 0.5 \sqrt{1.32 \times 1} \right) + 1.5 \text{ (mm)} \\
 &= 3.94 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{dan } s_2 &= (1.5 - 0.01L) \times \sqrt{L \times k} \\
 &= \left( 1.5 - 0.01 \times 17.42 \right) \times \sqrt{17.42 \times 1} \\
 &= 6.3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka direncanakan tebal pelat sisi  $s_3 = 4$  mm dan  $s_2 = 7$  mm.

### 3. Daerah pelat sisi lajur atas (sheer strake)

Tebal pelat sisi lajur atas pada 0.4 L tengah kapal tidak boleh kurang dari tebal pelat sisi pada 0.4 L tengah kapal.

$$S_1 = S + 10\% \cdot S$$

dimana

$$\begin{aligned} s &= \text{Tebal pelat sisi pada 0.4 L tengah kapal} \\ &= 5.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

sehingga ;

$$\begin{aligned} S_1 &= 5.7 + (10\% \times 5.7) \text{ mm} \\ &= 6.3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka tebal sisi lajur atas direncanakan  $S_1 = 7$  mm

Lebar pelat sisi lajur atas tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} b &= 0.12 H \text{ (m)} \\ &= 0.12 \times 3.4 \text{ (m)} \\ &= 0.408 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka lebar pelat sisi lajur atas yang direncanakan :

$$b = 0.5 \text{ m untuk } b_{\max} = 1 \text{ m}$$

### 4. Tebal Pelat kritis

Untuk sistem gading-gading lintang, tebal pelat geladak pada 0.4L tengah kapal disamping palka minimum adalah :

$$S_{\text{Krit}} = 23 \times a \times \frac{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{gel}}}{500}\right) - 1}}{1 + \left(\frac{a}{b_1}\right)^2} \text{ (mm)}$$

dimana :

$$\sigma_{\text{gel}} = \text{Tegangan tekan yang terbesar di geladak disebabkan}$$

**Universitas Indonesia**

lenturan bujur.

$$\sigma_{\min} = 750 \text{ kg/cm}^2$$

$$b_1 = \text{Lebar bidang pelat, diperkirakan} = 1 \text{ m}$$

jadi :

$$S_{\text{Krit}} = 23 \times 0.5 \times \frac{\sqrt{\left(\frac{750}{500}\right) - 1}}{1 + \left(\frac{0.5}{1}\right)^2} \text{ (mm)}$$

$$= 6.5 \text{ mm}$$

diambil tebal pelat kritis  $S = 7 \text{ mm}$

#### 5. Pelat kulit dari bangunan atas

Semua bangunan atas yang terletak diluar  $0.4L$  bagian tengah kapal atau mempunyai panjang kurang dari  $0.25L$  atau kurang dari  $19 \text{ m}$ , menurut kelas Bab 16 dapat diperlakukan sebagai bangunan atas yang tidak efektif.

a. Tebal pelat samping untuk akil dan anjungan adalah :

$$s = 0.9\sqrt{L} \text{ (mm)}$$

$$= 0.9\sqrt{17.42}$$

$$= 3.75 \text{ mm; diambil } 4 \text{ mm}$$

b. Tebal pelat samping untuk kimbul adalah :

$$s = 0.85\sqrt{L} \text{ (mm)}$$

$$= 0.85\sqrt{17.42}$$

$$= 3.5 \text{ mm; diambil } 4 \text{ mm}$$

c. Tebal pelat geladak untuk akil dan anjungan adalah :

$$s = 5.0 + 0.03L \text{ (mm)}$$

$$= 5 + (0.03 \times 17.42)$$

= 5.5 mm; diambil 6 mm

d. Tebal pelat geladak untuk kimbul adalah :

$$\begin{aligned} s &= \frac{a_0}{100} \text{ (mm)} \\ &= \frac{494}{100} \\ &= 4.94 \text{ mm; diambil 5 mm} \end{aligned}$$

e. Daerah pelat sisi lajur bilga

Tebal pelat dibagian melengkung sama dengan tebal pelat sisi untuk gading melintang, sehingga diambil 4 mm.

### 3.2.3 Geladak

#### A. Geladak Kekuatan

i. Tebal pelat geladak kekuatan

Untuk geladak kekuatan, tebal plat minimum untuk kapal dengan panjang sampai dengan 100 m ditentukan dengan tabel 1 pada buku BKI halaman 188 yaitu untuk  $L = 17.42$  m tebalnya  $s$  minimum = 5.5 mm.

Maka yang diambil  $s = 5.5$  mm

1. Tebal pelat di samping palka pada 0.4 L tengah kapal.

Untuk daerah 0.4L tengah kapal disamping palka, tebalnya:

$$\begin{aligned} s &= (4.5 + 0.05L) \times \sqrt{k} \\ &= (4.5 + 0.05 \times 17.42) \times \sqrt{1} \\ &= 5 \text{ mm ( yang dipakai )} \end{aligned}$$

2. Tebal Pelat antara lubang palka.

Untuk daerah diantara lubang palka, tebalnya:

$$s = 5 + 0.03L$$

$$\begin{aligned}
 &= 5 + (0.03 \times 17.42) \\
 &= 5.52 \text{ mm} \\
 &\approx 5.5 \text{ mm ( yang dipakai )}
 \end{aligned}$$

### 3. Tebal pelat ujung ( untuk poop & forecastle)

Untuk daerah pelat ujung , tebalnya:

$$\begin{aligned}
 sa &= 5 + 0,03L \\
 &= 5 + (0.03 \times 17.42) \\
 &= 5.52 \text{ mm} \\
 &\approx 5.5 \text{ mm ( yang dipakai )}
 \end{aligned}$$

#### ii. Radius pembulatan sudut lubang palka

$$r = 0.1 \times b \left(1 - \frac{b}{B}\right) (mm).$$

dimana :

b = lebar palka

$$= 0.5 \text{ m}$$

B = lebar kapal

$$= 6 \text{ m}$$

$$r = 0.1 \times 0.5 \left(1 - \frac{0.5}{2.128}\right)$$

$$= 0.13 \text{ m} = 133.3 \text{ mm}$$

$$r \text{ min} = 100 \text{ mm}$$

$$r \text{ max} = 0.06 \times b$$

$$= 0.06 \times 4$$

$$= 0.24 \text{ m} = 240 \text{ mm}$$

yang direncanakan akan dipakai adalah 100 mm.



### 3.2.4 Gading

#### A. Gading Biasa

Jarak antara gading-gading biasa:

jika  $L < 100$  m

$$\begin{aligned} a &= a_0 \text{ (mm)} \\ &= (2 \times 17.42) + 460 \text{ mm} \\ &= 494.84 \text{ mm} \\ &= 0.494 \text{ m} \end{aligned}$$

Modulus penampangnya gading biasa :

$$W = k \times n \times a \times l^2 \times h_s \times f$$

dimana

$$\begin{aligned} n &= 6.25 - \frac{L}{40} \\ &= 6.25 - \frac{17.42}{40} \\ &= 5.82 \end{aligned}$$

$$a = 0.494 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_s &= \text{beban luar untuk sisi kapal} \\ &= 1.32 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

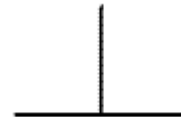
$$\begin{aligned} l &= \text{panjang tidak ditumpu} \\ &= 0.7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= 1.4 - t/0.25 \ l \ (f \geq 0.9), \ t = \text{tinggi pelat lutut dalam [m] di} \\ &\quad \text{atas puncak wrang atau alas dalam; } t = 0.1 \text{ m} \\ &= 1.4 - 0.1/(0.25 \times 0.8) \\ &= 1.12 \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} w &= 1 \times 5.82 \times 0.494 \times (0.7)^2 \times 1.32 \times 1.12 \\ &= 2.10 \text{ cm}^3 \approx 5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 5 mm

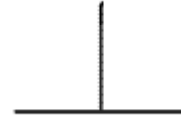


### B. Gading Utama

Gading utama umumnya dipasang setiap 3 gading biasa. Sehingga jaraknya menjadi 4 x  $a = 4 \times 0.494 \text{ m} = 1.976 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$ .

Modulus penampangnya:

$$\begin{aligned} w &= k \times n \times a \times l^2 \times h_s \times f \\ &= 1 \times 5.82 \times 2 \times (0.7)^2 \times 1.32 \times 1.12 \\ &= 9.03 \text{ cm}^3 \\ &\approx 9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

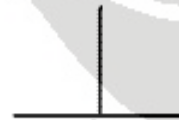


maka dipilih profil ukuran 65 mm x 6 mm

### C. Gading-gading ceruk

Modulus penampang gading-gading ceruk tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} w &= 8 \times a \times l^2 \times h_s \text{ (cm}^3\text{)} \\ &= 8 \times 0.49 \times (0.7)^2 \times 1.32 \\ &= 2.58 \text{ cm}^3 \approx 5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



maka dipakai profil 50 mm x 5 mm

### D. Gading-gading bangunan atas

Modulus penampang bangunan-bangunan atas tidak boleh kurang dari :

$$w = 8 \times a \times l^2 \times h_s \text{ (cm}^3\text{)}$$

dimana  $l$  adalah tinggi bangunan atas yang tidak efektif.

$$\begin{aligned} w &= 8 \times 0.49 \times (0.7)^2 \times 1.32 \\ &= 5.2 \text{ cm}^3 \approx 5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



maka dipakai profil 50 mm x 5 mm

### E. Pelat Lutut

Tebal pelat lutut bilga

$$s = 0.5H + 5$$

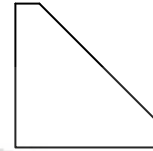
$$= (0.5 \times 3.4) + 5$$

$$= 6.7 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

Dengan tebal 7 mm didapatkan modulus penampang pelat lutut,

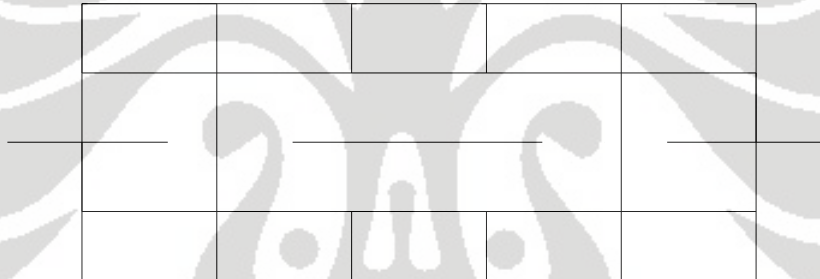
$$w = 10 \text{ cm}^3$$

maka dipakai profil 100 mm x 6.5 mm



### 3.2.5 Konstruksi Geladak

Dalam perencanaan ini konstruksi geladak menggunakan sistem balok lintang. Balok lintang geladak tersebut bertumpu oleh penumpu bujur, kemudian penumpu bujur bertumpu pada pelintang geladak.



#### A. Balok melintang geladak pada geladak kekuatan (pelintang)

Modulus penampangnya tidak boleh kurang dari:

$$w = k \times 7 \times P \times a \times l^2$$

dimana

$$l = \text{Panjang tidak ditumpu}$$

$$= 0.7 \text{ m}$$

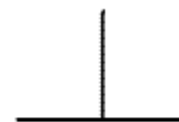
$$P = \text{Beban geladak cuaca}$$

$$= 0.88 \text{ t/m}^2$$

sehingga :

$$w = 1 \times 7 \times 0.88 \times 2 \times (0.7)^2$$

$$= 6.05 \text{ cm}^3 \approx 7 \text{ cm}^3$$



sitas Indonesia

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 7 mm

### B. Penumpu membujur (pembujur/gading-gading busur/*carling*)

Penumpu membujur dimaksudkan untuk menambah kekuatan konstruksi kapal, sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai penopang atau penumpu balok-balok lintang.

Pembujur memiliki modulus penampang:

$$w = k \times c \times P \times e \times l^2$$

dimana

$$c = 6 \text{ untuk penumpu yang dijepit kedua ujungnya}$$

$$e = \text{Lebar geladak yang ditumpu}$$

$$= 6 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang tidak ditumpu}$$

$$= 0.7 \text{ m}$$

sehingga :

$$w = 1 \times 6 \times 0.88 \times 6 \times (0.7)^2$$

$$= 15.56 \text{ cm}^3 \approx 16 \text{ cm}^3$$

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 16 mm

### C. Penumpu melintang geladak sebagai penumpu pembujur

Modulus penampangnya:

$$w = k \times 7 \times P \times a \times l^2$$

dimana :

$$a_R = \text{Jarak gading pelintang geladak}$$

$$= 0.49 \text{ m}$$

sehingga :

$$w = 1 \times 7 \times 0.88 \times 0.5 \times (0.7)^2$$

$$= 1.513 \text{ cm}^3 \approx 5 \text{ cm}^3$$

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 5 mm

#### D. Balok geladak pada bangunan atas

##### 1. Balok lintang geladak pada geladak pertama (bangunan atas 1)

Modulus penampangnya:

$$w = k \times 6 \times a \times P \times l^2$$

dimana

$$\begin{aligned} P &= \text{Beban geladak pertama} \\ &= 0.86 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \text{Jarak gading utama} \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned} w &= 1 \times 6 \times 0.86 \times 0.5 \times (0.7)^2 \\ &= 5.07 \text{ cm}^3 \approx 6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 6 mm

#### E. Cantilever

$$w = k \times c \times e \times P \times l^2$$

dimana

$$\begin{aligned} P &= \text{Beban geladak cuaca} \\ &= 0.88 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \text{Lebar yang ditumpu} \\ &= 6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l &= \text{Panjang yang tidak ditumpu} \\ &= 0.7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \text{Untuk salah satu ujungnya ditumpu bebas} \\ &= 8 \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned} w &= 1 \times 8 \times 6 \times 0.88 \times (0.7)^2 \\ &= 20.75 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

maka dipilih profil ukuran 65 mm x 6 mm

F. Penyambungan pelat lutut dengan pelintang geladak  
tebal pelat lutut

$$s = 1.26 \times \sqrt[3]{w} + 1$$

dimana

$$\begin{aligned} w &= \text{Modulus penampang lutut} \\ &= 10 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} s &= 1.26 \times \sqrt[3]{10} + 1 \\ &= 3.7 \text{ mm} \approx 4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang sisinya tidak boleh kurang dari:

$$\begin{aligned} l &= 16 \times \sqrt{\frac{w}{s}} \\ &= 16 \times \sqrt{\frac{10}{4}} \\ &= 25.3 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3.2.6 Sekat Kedap Air

Pada setiap kapal harus mempunyai sekat tubrukan, sekat tabung buritan dan sekat kedap air pada ujung-ujung kamar mesin. Pada umumnya jumlah sekat kedap air tergantung dari panjang kapal dan tidak boleh kurang dari :

- ✓ Untuk  $L \leq 65$  m, minimal 3 sekat
- ✓ Untuk  $65 \leq L \leq 85$  m, minimal 4 sekat
- ✓ Untuk  $L \geq 85$  m, minimal 4 sekat ditambah 1 sekat di setiap jarak 20 m perpanjangan kapal yang lebih besar dari 85 m

Pada kapal rancangan jumlah sekat yang digunakan yaitu 3 buah sekat, antara lain:

1. Sekat tubrukan
2. Sekat tabung buritan
3. Sekat lintang pembagi ruang muat I dan II

Letak sekat

### 1. Sekat tubrukan

Pengukuran letak sekat didasarkan dari acuan garis tegak, nilainya berada di antara dua nilai berikut :

$$\begin{aligned} a &= 0.05 L \\ &= 0.05 \times 17.42 = 0.871 \text{ m} \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned} a &= 0.08 L \\ &= 0.08 \times 17.42 = 1.39 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi bila kita anggap  $x$  sebagai jarak dari garis tegak (letak sekat), maka  $0.871 \text{ m} \leq x \leq 1.39 \text{ m}$

Tebalnya tidak boleh kurang dari :

$$s = cp \times a \times \sqrt{h.k} + 1,5$$

dimana

$$\begin{aligned} cp &= 4.3 \\ a &= \text{Jarak penegar} \\ &= 0.5 \text{ m} \\ h &= \text{Tinggi} \\ &= 3.4 \text{ m} \end{aligned}$$

sehingga:

$$\begin{aligned} s &= 4.3 \times 0.5 \times \sqrt{3.4 \times 1} + 1.5 \\ &= 5.5 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 2. Sekat tabung buritan

Untuk tabung buritan minimal :

$$\begin{aligned} a &= 3 \times a_o \\ &= 3 \times 0.5 \\ &= 1.5 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3. Sekat kedap air lainnya

Untuk kapal yang mempunyai panjang kurang dari 100 m, tidak diharuskan untuk menentukan jarak sekat berdasarkan perhitungan penggenangan dalam keadaan bocoran dari satu atau dua ruangan muat yang berdampingan oleh konvensi garis muat internasional 1966.

Tebalnya tidak boleh kurang dari:

$$s = cp \times a \times \sqrt{h.k} + 1,5$$

dimana

$$cp = 2.9$$

$$a = \text{Jarak penegar}$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

$$h = \text{Tinggi}$$

$$= 3.4 \text{ m}$$

sehingga

$$s = 2.9 \times 0.5 \times \sqrt{3.4 \times 1} + 1.5$$

$$= 4.17 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

untuk memperkuat pelat sekat maka dipasang penegar dengan jarak yang sama dengan jarak gading-gading.

Modulus penampangnya tidak boleh kurang dari :

$$w = k \times cs \times a \times h \times l^2$$

dimana

$$cs = 2.6$$

$$a = \text{Jarak penegar}$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

$$h = \text{Tinggi}$$

$$= 3.4$$

$$l = 0.7 \text{ m}$$

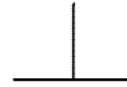
sehingga :

$$w = 1 \times 2.6 \times 0.5 \times 3.4 \times (0.7)^2$$



$$= 2.16 \text{ cm}^3 \approx 5 \text{ cm}^3$$

maka dipilih profil ukuran 50 mm x 5 mm



### 3.2.7 Kubu

Kubu harus ditumpu pada tiap gading-gading kedua. Tebal pelat kubu tidak boleh kurang dari:

$$s = \left( 0.75 - \frac{L}{1000} \right) \sqrt{L} \quad \text{jika } L \leq 100 \text{ m}$$

$$s = \left( 0.75 - \frac{17.42}{1000} \right) \sqrt{17.42}$$

$$= 2.43 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

Tinggi kubu atau *railing* minimal 1 m

Modulus penampang untuk kubu tidak boleh kurang dari:

$$w = 40 \times P \times e \times l^2$$

dimana

$$P = 0.75 + \frac{L}{100}$$

$$= 0.75 + \frac{17.42}{100}$$

$$= 0.92 \text{ t/m}^2$$

$$e = \text{Jarak penumpu} = 0.5 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang penumpu} = 1 \text{ m}$$

sehingga :

$$w = 40 \times 0.92 \times 0.5 \times 1$$

$$= 18.48 \text{ cm}^3 \approx 19 \text{ cm}^3$$



Maka dipilih profil ukuran 60 mm x 40 mm x 6 mm

Tabel 3.4 Tebal Pelat

No	Tebal Pelat	Nilai	Satuan
1	Pelat alas (0.4 L dari tengah kapal)	5	mm

2	Pelat alas (> 0.4 L dari tengah kapal)	4	mm
3	Pelat lunas (0.7 L tengah kapal)	5.5	mm
4	Pelat lunas (0.15 L dari ujung kapal)	7.5	mm
5	Pelat sisi (0.4 L dari tengah kapal)	6	mm
6	Pelat sisi s3 (> 0.4 L dari tengah kapal)	4	mm
7	Pelat sisi s2 (> 0.4 L dari tengah kapal)	7	mm
8	Pelat sisi lajur atas/sheer strake (0.4 L dari tengah kapal)	7	mm
9	Pelat kritis	7	mm
10	Pelat samping untuk akil	4	mm
11	Pelat samping untuk kimbul	4	mm
12	Pelat geladak untuk akil	5	mm
13	Pelat geladak untuk kimbul	5	mm
14	Pelat sisi lajur bilga	6	mm
15	Pelat geladak kekuatan	5.5	mm
16	Pelat di samping palka pada 0.4 L tengah kapal	5	mm
17	Pelat antara lubang palka	5.5	mm
18	Pelat ujung (untuk poop dan forecastle)	5.5	mm
19	Radius pembulatan sudut lubang palka	100	mm

Tabel 3.5 Uraian Beban

No	Uraian Beban	Nilai	Satuan
1	Geladak cuaca	0.9	t/m <sup>2</sup>
2	Geladak cuaca (0.1 L dari FP)	1.06	t/m <sup>2</sup>
3	Geladak cuaca (0.2 L dari FP dan 0.1 L dari AP)	0.9	t/m <sup>2</sup>
4	Geladak bangunan atas I	0.86	t/m <sup>2</sup>
7	Geladak muatan	1	t/m <sup>2</sup>
10	Alas dalam	1.4	t/m <sup>2</sup>
11	Sisi kapal	1.31	t/m <sup>2</sup>
12	Alas kapal	2.76	t/m <sup>2</sup>

Tabel 3.6 Konstruksi Gading

No	Konstruksi Gading	Nilai	Satuan	Ukuran Profil	Profile
<b>1</b>	<b>Gading biasa</b>				
	Jarak antara gading biasa	0.5	m	-	-
	Modulus penampang gading biasa	5	cm <sup>3</sup>	50 x 5	└┘
<b>2</b>	<b>Gading utama</b>				

	Jarak antara gading utama	2	m	-	-
	Modulus penampang gading utama	9	cm <sup>3</sup>	65 x 6	⊥
<b>3</b>	<b>Gading ceruk</b>				
	Modulus penampang gading ceruk	5	cm <sup>3</sup>	50 x 5	⊥
<b>4</b>	<b>Gading bangunan atas</b>				
	Modulus penampang gading bangunan atas	5	cm <sup>3</sup>	50 x 5	⊥
<b>5</b>	<b>Pelat lutut</b>				
	Tebal pelat lutut	6	mm	-	-
	Modulus penampang pelat lutut	10	cm <sup>3</sup>	100 x 6.5	⊥

Tabel 3.7 Konstruksi Geladak

No	Konstruksi Geladak	Nilai	Satuan	Ukuran Profil	Profile
<b>1</b>	<b>Balok melintang pada geladak kekuatan</b>				
	Modulus penampang balok melintang	7	cm <sup>3</sup>	50 x 7	⊥
<b>2</b>	<b>Penumpu membujur</b>				
	Modulus penampang penumpu membujur	16	cm <sup>3</sup>	50 x 7	⊥
<b>3</b>	<b>Penumpu melintang</b>				
	Modulus penampang penumpu melintang	5	cm <sup>3</sup>	50 x 5	⊥
<b>4</b>	<b>Balok lintang geladak pada bangunan atas</b>				
	Modulus penampang balok bangunan atas I	6	cm <sup>3</sup>	50 x 6	⊥
<b>5</b>	<b>Cantilever</b>				
	Modulus penampang cantilever	21	cm <sup>3</sup>	65 x 6	⊥
<b>6</b>	<b>Penyambungan pelat lutut dan pelintang geladak</b>				
	Panjang sisi	27	mm	-	-

Tabel 3.8 Konstruksi Kubu

No	Konstruksi Kubu	Nilai	Satuan	Ukuran Profil	Profile
<b>1</b>	<b>Kubu</b>				
	Tebal minimum pelat kubu	4	mm	-	-
	Tinggi minimum kubu	1	m	-	-
	Modulus penampang kubu	19	cm <sup>3</sup>	60 x 40 x 6	⊥

Tabel 3.9 Konstruksi Sekat Kedap Air

No	Konstruksi Sekat Kedap Air	Nilai	Satuan	Ukuran Profil	Profile
<b>1</b>	<b>Sekat tubrukan</b>				
	Letak sekat dari garis tegak	0.87 – 1.4	m	-	-

	Tebal pelat sekat tubrukan	6	mm	-	-
<b>2</b>	<b>Sekat tabung buritan</b>				
	Letak sekat tabung buritan dari garis tegak	1.5	m	-	-
<b>3</b>	<b>Sekat kedap air lainnya</b>				
	Tebal pelat sekat kedap air	5	mm	-	-
	Modulus penampang penegar pada sekat	3	cm <sup>3</sup>	50 x 5	⊥
	Jarak penegar	0.5	m	-	-



## Bab 4

### Analisa Kelayakan Investasi

Pada analisa ini digunakan metode pengolahan data yang bernama NPV(Net Present Value). Yaitu suatu metode yang digunakan sebagai alat untuk menganalisa apakah suatu investasi layak untuk dilakukan atau tidak. Jika  $NPV > 0$ , maka investasi layak untuk dimulai/diusahakan. Jika  $NPV < 0$ , maka investasi ditolak, karena hanya akan menghasilkan kerugian. Jika  $NPV = 0$ , maka investasi tersebut tidak akan menimbulkan keuntungan dan kerugian.

Pada perhitungan analisa ini, direncanakan kapal akan berlayar dari Pelabuhan Sunda Kelapa, Jakarta sampai ke Pontianak dan sebaliknya. Perhitungan 1 trip perjalanan adalah pelayaran dari Sunda Kelapa-Pontianak-Sunda Kelapa.

#### 4.1 Biaya Investasi

Setelah didapatkan data-data dasar untuk dimensi kapal, kebutuhan bahan bakar, kebutuhan minyak pelumas, kebutuhan kru untuk kapal, maka dapat kita hitung kebutuhan investasi sebagai berikut:

Tabel 4.1 Biaya investasi

<b>Biaya Investasi</b>	
Baja	Rp255.800.000
Mesin Utama	Rp72.000.000
Generator	Rp10.500.000
Mesin bantu	Rp16.200.000
Jangkar	Rp250.000
Biaya Inventaris	Rp18.000.000
Biaya Pekerja	Rp179.060.000
Jumlah	Rp551.810.000

Perhitungan diatas berdasarkan pada berat LWT kapal yang sebesar 25.58 ton, dengan asumsi harga perton baja adalah Rp 10.000,-

#### 4.2 Biaya Operasional

Setelah melakukan wawancara dan dilakukan perhitungan dengan cara membandingkan(hal ini dilakukan karena pada object yang kami survey dan wawancarai tidak ada ukuran kapal yang mendekati ukuran kapal rancangan) maka didapatkan data pengeluaran berupa biaya operasional kapal pertahun, sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Biaya Operasional 3 tahun terakhir**

Item	2006	2007	2008
Biaya Bahan Bakar	Rp84.000.000	Rp98.000.000	Rp91.000.000
Biaya Pemeliharaan dan perawatan	Rp38.200.000	Rp38.200.000	Rp38.200.000
Biaya Minyak Pelumas	Rp80.000.000	Rp93.300.000	Rp86.600.000
Biaya Air Tawar	Rp3.900.000	Rp4.500.000	Rp4.300.000
Biaya Lain2	Rp4.000.000	Rp4.600.000	Rp4.330.000
Biaya Perbekalan	Rp135.680.000	Rp161.290.000	Rp148.480.000
Biaya Tambat	Rp18.000.000	Rp18.000.000	Rp18.000.000
<b>Jumlah</b>	<b>Rp363.780.000</b>	<b>Rp417.890.000</b>	<b>Rp390.910.000</b>

Dari wawancara yang dilakukan dengan narasumber dari sebuah Perusahaan Pelayaran Rakyat yang bernama PT. Bunga Asia Jaya, maka untuk perjalanan ke Pontianak dengan menggunakan sebuah kapal dengan payload sebesar  $\pm 700$  GT, dibutuhkan 20 drum bahan bakar @ 200 liter. Maka dengan kapal rancangan yang hanya memiliki bobot *payload* sebesar 41.33 ton, diperbandingkan sebagai berikut:

$$\frac{700}{41.33} = \frac{20}{x}$$

Maka didapat nilai  $x = 1.18 \approx 2$ .

Maka untuk kapal rancangan hanya membutuhkan 2 drum PP. 2 drum x 200 liter = 400 liter. Harga solar bersubsidi untuk Pelayaran Rakyat adalah sebesar Rp 3500,-

Didapatkan biaya bahan bakar pertrip adalah Rp 3500,-/liter x 400 liter = Rp 1.400.000,-

### 4.3 Hasil Operasional/Sewa Kapal

Pada pengamatan yang kami lakukan di lapangan, muatan yang paling banyak dan paling sering diangkut oleh kapal-kapal Pelayaran Rakyat adalah berupa semen, pupuk, beras, dan peralatan-peralatan rumah tangga. Berdasarkan wawancara yang kami lakukan, harga sewa yang paling mahal adalah untuk jenis pupuk, yaitu mencapai Rp 390.000,-/ton dengan tujuan Pontianak.

Data yang kami dapat dari sumber yang sama, maka harga sewa kapal perton 3 tahun terakhir adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Harga Sewa Kapal Pelayaran Rakyat**

	2006	2007	2008
	Harga sewa kapal perton	Harga sewa kapal perton	Harga sewa kapal perton
Semen	Rp250.000	Rp270.000	Rp300.000
Beras	Rp200.000	Rp220.000	Rp230.000
Pupuk	Rp350.000	Rp370.000	Rp390.000
Barang2 peralatan rumah tangga	Rp150.000	Rp160.000	Rp170.000

Setelah dilakukan penghitungan secara manual(karena belum adanya pencatatan laporan keuangan pada perusahaan-perusahaan Pelayaran Rakyat), maka didapat data pemasukan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Hasil Operasional 3 tahun terakhir

2006(60 trip)			
Nama Barang/komoditi	Jumlah muatan(ton)	Harga sewa kapal perton (rupiah)	Hasil Operasional(rupiah)
Semen	1983,5616	250000	Rp495.890.400
Beras	793,42464	200000	Rp158.684.928
Pupuk	991,7808	350000	Rp347.123.280
Barang2 peralatan rumah tangga	198,35616	150000	Rp29.753.424
Jumlah	3967,1232		Rp1.031.452.032
2007(70 trip)			
Nama Barang/komoditi	Jumlah muatan(ton)	Harga sewa kapal perton (rupiah)	
Semen	2314,1552	270000	Rp624.821.904
Beras	925,66208	220000	Rp203.645.658
Pupuk	1157,0776	370000	Rp428.118.712
Barang2 peralatan rumah tangga	231,41552	160000	Rp37.026.483
Jumlah	4628,3104		Rp1.293.612.757
2008(65 trip)			
Nama Barang/komoditi	Jumlah muatan(ton)	Harga sewa kapal perton (rupiah)	
Semen	2148,8584	300000	Rp644.657.520
Beras	859,54336	230000	Rp197.694.973
Pupuk	1074,4292	390000	Rp419.027.388
Barang2 peralatan rumah tangga	214,88584	170000	Rp36.530.593
Jumlah	4297,7168		Rp1.297.910.474

Dari data-data tersebut, didapatkan:

- Estimasi rata-rata biaya operasional kapal/trip: Rp6.013.231,-
- Hasil operasional rata-rata :Rp18.546.301/trip dan Rp1.207.658.421,-/tahun
- Keuntungan/trip(hasil operasional rata-rata - (bagi hasil + pajak) = Rp7.418.520,- ; bagi hasil + pajak = 60% hasil operasional rata-rata.

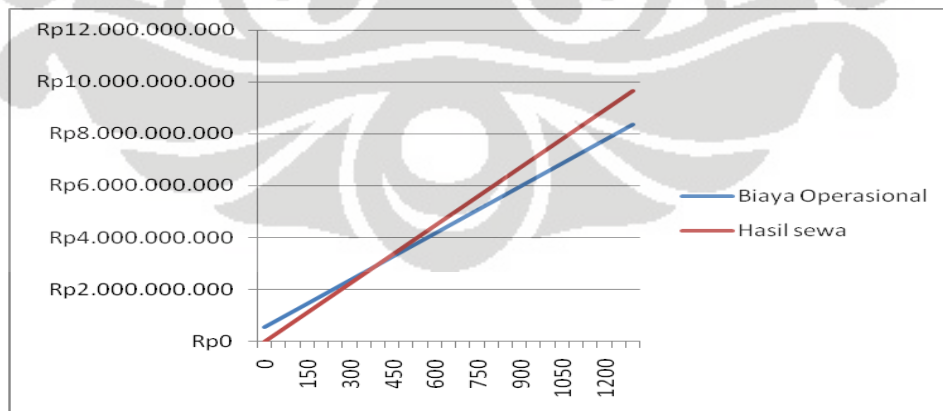
Berdasarkan data-data tersebut, maka diestimasi biaya operasional dan hasil operasional/hasil sewa, serta operasional profit, berdasarkan dari banyaknya trip yang dilakukan. Berdasarkan pada pengolahan data dengan input banyaknya trip yang dilakukan, maka didapatkan tabel hasil seperti berikut:



Tabel 4.5 Perhitungan Keuntungan Operasional

Jumlah Trip	Biaya Operasional	Hasil sewa	Operasional profit(hasil sewa-biaya operasional)
0	Rp551.810.000	Rp0	-Rp551.810.000
50	Rp852.471.538	Rp370.926.019	-Rp481.545.519
100	Rp1.153.133.077	Rp741.852.038	-Rp411.281.039
150	Rp1.453.794.615	Rp1.112.778.058	-Rp341.016.558
200	Rp1.754.456.154	Rp1.483.704.077	-Rp270.752.077
250	Rp2.055.117.692	Rp1.854.630.096	-Rp200.487.596
300	Rp2.355.779.231	Rp2.225.556.115	-Rp130.223.116
350	Rp2.656.440.769	Rp2.596.482.134	-Rp59.958.635
400	Rp2.957.102.308	Rp2.967.408.154	Rp10.305.846
450	Rp3.257.763.846	Rp3.338.334.173	Rp80.570.327
500	Rp3.558.425.385	Rp3.709.260.192	Rp150.834.807
550	Rp3.859.086.923	Rp4.080.186.211	Rp221.099.288
600	Rp4.159.748.462	Rp4.451.112.230	Rp291.363.769
650	Rp4.460.410.000	Rp4.822.038.250	Rp361.628.250
700	Rp4.761.071.538	Rp5.192.964.269	Rp431.892.730
750	Rp5.061.733.077	Rp5.563.890.288	Rp502.157.211
800	Rp5.362.394.615	Rp5.934.816.307	Rp572.421.692
850	Rp5.663.056.154	Rp6.305.742.326	Rp642.686.173
900	Rp5.963.717.692	Rp6.676.668.346	Rp712.950.653
950	Rp6.264.379.231	Rp7.047.594.365	Rp783.215.134
1000	Rp6.565.040.769	Rp7.418.520.384	Rp853.479.615
1050	Rp6.865.702.308	Rp7.789.446.403	Rp923.744.096
1100	Rp7.166.363.846	Rp8.160.372.422	Rp994.008.576
1150	Rp7.467.025.385	Rp8.531.298.442	Rp1.064.273.057
1200	Rp7.767.686.923	Rp8.902.224.461	Rp1.134.537.538
1250	Rp8.068.348.462	Rp9.273.150.480	Rp1.204.802.018
1300	Rp8.369.010.000	Rp9.644.076.499	Rp1.275.066.499

Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa kapal tersebut akan menghasilkan keuntungan operasional, saat jumlah tripnya berada di antara 350-400 trip. Dengan grafik berikut, maka kita dapat menentukan Break Event Point(titik dimana jumlah pemasukan total sama dengan jumlah biaya total).



Grafik 4.1 Biaya dan Keuntungan kapal(jumlah trip vs jumlah uang)

Didapatkan bahwa BEP terletak pada trip ke 393, jika dilakukan pelayaran normal sebanyak 65 trip/tahun, maka Break Event Poin akan dicapai saat kapal beroperasi selama 6.05 tahun atau sekitar 6 tahun 1 bulan.

#### 4.4 Analisa

Penghitungan NPV dilakukan dengan cara menjumlahkan Present Value dari investasi yang dilakukan. Present Value didapatkan dengan menggunakan rumus

$$PV = \frac{\text{Pemasukan} - \text{Pengeluaran}}{1 + R^t}$$

Dimana : R = tingkat suku bunga peminjaman modal

t = waktu (tahun ke-...)

Pada penghitungan analisa ini direncanakan hanya untuk kurun waktu 5 tahun, karena pada usia tersebut kapal dapat dijual dengan harga yang masih cukup tinggi (± Rp 100.000.000,- sampai dengan Rp 200.000.000,-), sehingga owner dapat menjual kapal tersebut dan menginvestasikan kembali ke kapal baru. Saat penelitian ini dilangsungkan, tingkat suku bunga adalah 15%. Sehingga perhitungannya dapat dilakukan sebagai berikut:

- Untuk tahun ke 0

$$PV = \frac{\text{Rp } 0 - \text{Rp } 551.810.000}{1 + 0.15^0} = -\text{Rp } 551.810.000,-$$

- Untuk tahun ke 1

$$PV = \frac{\text{Rp } 482.203.825 - \text{Rp } 390.860.000}{1 + 0.15^1} = \text{Rp } 79.429.413,-$$

➤ Untuk tahun ke 2

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^2} = Rp 69.069.055,-$$

➤ Untuk tahun ke 3

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^3} = Rp 60.060.048,-$$

➤ Untuk tahun ke 4

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^4} = Rp 52.226.128,-$$

➤ Untuk tahun ke 5

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^5} = Rp 45.414.025,-$$

➤ Untuk tahun ke 6

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^6} = Rp 39.490.456,-$$

➤ Untuk tahun ke 7

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^7} = Rp 34.339.527,-$$

➤ Untuk tahun ke 8

$$PV = \frac{Rp482.203.825 - Rp 390.860.000}{1 + 0.15^8} = Rp 29.860.458,-$$

➤ Untuk tahun ke 9

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^9} = \text{Rp} 25.965.616,-$$

➤ Untuk tahun ke 10

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{10}} = \text{Rp} 22.578.797,-$$

➤ Untuk tahun ke 11

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{11}} = \text{Rp} 19.633.736,-$$

➤ Untuk tahun ke 12

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{12}} = \text{Rp} 17.072.814,-$$

➤ Untuk tahun ke 13

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{13}} = \text{Rp} 14.845.925,-$$

➤ Untuk tahun ke 14

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{14}} = \text{Rp} 12.909.500,-$$

➤ Untuk tahun ke 15

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{15}} = \text{Rp} 11.225.652,-$$

➤ Untuk tahun ke 16

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{16}} = \text{Rp} 9.761.437,-$$

➤ Untuk tahun ke 17

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{17}} = \text{Rp} 8.488.206,-$$

➤ Untuk tahun ke 18

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{18}} = \text{Rp} 7.381.049,-$$

➤ Untuk tahun ke 19

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^{19}} = \text{Rp} 6.418.303,-$$

➤ Untuk tahun ke 20

$$PV = \frac{\text{Rp}482.203.825 - \text{Rp} 390.860.000}{1 + 0.15^1} = \text{Rp} 5.581.133,-$$

NPV adalah jumlah PV dari tahun ke 0 sampai tahun ke 20.

$$\begin{aligned} NPV = & -\text{Rp}551.810.000,- + \text{Rp} 79.429.413,- + \text{Rp} 69.069.055,- + \text{Rp} 60.060.048,- + \\ & \text{Rp} 52.226.128,- + \text{Rp} 45.414.025,- + \text{Rp} 39.490.456,- + \text{Rp} 34.339.527,- + \text{Rp} \\ & 29.860.458,- + \text{Rp} 25.965.616,- + \text{Rp} 22.578.797,- + \text{Rp} 19.633.736,- + \text{Rp} \\ & 17.072.814,- + \text{Rp} 14.845.925,- + \text{Rp} 12.909.500,- + \text{Rp} 11.225.652,- + \text{Rp} \\ & 9.761.437,- + \text{Rp} 8.488.206,- + \text{Rp} 7.381.049,- + \text{Rp} 6.418.303,- + \text{Rp} 5.581.133,- \\ & = \text{Rp} 19.941.279,- \end{aligned}$$

$$NPV = \text{Rp} 19.941.279,-$$

$$NPV > 0.$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa investasi kapal ini sebagai armada Pelayaran Rakyat (tipe kapal barang) adalah layak (*feasible*).



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan Kelayakan Investasi

Dari hasil perhitungan kelayakan investasi dengan menggunakan metode *Net Present Value*, dengan tingkat suku bunga bank sebesar 15% pertahun investasi pembuatan kapal lambung pelat rata sebagai armada Pelayaran Rakyat (General Cargo ship) dengan bobot Payload sebesar 41.33 ton ini dapat dinyatakan layak karena NPV yang didapatkan lebih besar dari 0, dengan *Break Even Point* akan tercapai pada trip operasi yang ke 393. Jika dalam satu tahun kapal dioperasikan secara normal sebanyak 65 trip, maka *Break Event Point* akan tercapai pada waktu 6 tahun 1 bulan.

Dari data yang didapat, maka dapat dilihat bahwa anggaran pengeluaran yang terbanyak adalah bahan bakar dan perbekalan, sedangkan dari sektor pemasukan yang bisa menghasilkan banyak keuntungan adalah semen, karena banyaknya order untuk mengangkut muatan ini dan harga sewanya cukup besar.

#### 5.2 Saran

Setelah dilakukan studi kelayakan investasi terhadap pembangunan kapal ini, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

- (1) Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa kapal berlayar dengan rute tetap (*Regular Line Service*), pada penelitian selanjutnya disarankan agar rute berlayarnya tidak tetap (*Tramping*), agar mendekati kenyataan sebenarnya.
- (2) Untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar, maka disarankan kepada operator untuk mengangkut muatan jenis pupuk sebanyak-banyaknya.
- (3) Saat kapal sudah jadi dan berlayar, kepada para pengusaha/pemilik kapal, agar dapat melakukan langkah-langkah investasi yang lebih baik lagi (contohnya menjual kapal disaat kapal masih memiliki harga jual yang cukup tinggi), sehingga dengan keuntungan dari kapal tersebut dapat diinvestasikan untuk membeli kapal baru, sehingga dengan demikian secara

perlahan dunia maritim kita akan semakin maju dengan makin banyaknya kapal-kapal Indonesia yang beroperasi.





## DAFTAR REFERENSI

Albert Talahatu, Markus. (1985). *Teori Merancang Kapal*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok

Chase, A. Jacobs. (2001). *Operation Management. Ninth Edition*. McGraw-Hill, Inc. New York.

Gitman and Lawrence. (1991). *Principals of Managerial Finance, Sixth Edition*. Harper-Collins Publisher, New York.

Suhardjito, Gaguk. (2003). *Geometri Kapal*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Suhardjito, Gaguk. (2003). *Rencana Umum*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Suhardjito, Gaguk. (2003). *Rencana Garis*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Wicaksono, Toni. (2005). *Diktat Kuliah Teori Merancang Kapal*. Departemen Teknik Mesin FTUI. Depok.